



Кучма В.Р.^{1,2,3}, Янушанец О.И.⁴, Петрова Н.А.⁴

Научно-методические основы гигиенической оценки и экспертизы цифровых образовательных контентов

¹Российская академия наук, 119991, Москва, Россия;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141041, Мытищи, Россия;

³ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)», 119048, Москва, Россия;

⁴ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия

Введение. В современной школе широко используются цифровые образовательные материалы, реализуемые через электронные средства обучения. Однако педагоги в процессе обучения не руководствуются соответствующими рекомендациями гигиенистов.

Цель исследования — обоснование гигиенически значимых параметров цифрового образовательного контента, предъявляемого на устройствах, оборудованных экраном.

Материалы и методы. Выполнены гигиеническое наблюдательное, экспертно-аналитическое и физиолого-гигиеническое исследования по оценке 460 электронных образовательных материалов.

Результаты. Установлен ряд показателей, характеризующих удобочитаемость учебных материалов цифровой школы, четыре из которых регламентированы действующим санитарным законодательством, а остальные имеют рекомендательный характер. Оценка текстового материала позволила установить его несоответствие регламентируемым и рекомендуемым гигиеническим требованиям по всем показателям. Экспертная оценка показала, что гигиенически нерационально оформленный учебный материал, предъявляемый на экранах, вызывает дискомфорт зрительного анализатора после работы с ним. Работа с таким материалом способствует зрительному утомлению, в то же время использование гигиенически рационально оформленных материалов характеризуется положительными тенденциями состояния зрительного анализатора.

Заключение. Гигиенически нерационально оформленный учебный материал, предъявляемый на экранах, вызывает дискомфорт зрительного анализатора, способствует зрительному утомлению. Гигиеническая оценка и экспертиза используемых и разрабатываемых цифровых образовательных контентов должна проводиться по показателям текстового, цветового, иллюстративного оформления и дизайна электронного образовательного материала.

Ключевые слова: гигиена; школьники; цифровая школа; цифровой образовательный контент; цифровые учебные материалы; электронные средства обучения; утомление; профилактика

Для цитирования: Кучма В.Р., Янушанец О.И., Петрова Н.А. Научно-методические основы гигиенической оценки и экспертизы цифровых образовательных контентов. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(10): 1035-1042. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1035-1042>

Для корреспонденции: Кучма Владислав Ремизович, член-корреспондент РАН, доктор мед. наук, профессор, научный руководитель Института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, зав. каф. гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, 14104, Мытищи, Россия. E-mail: vrkuchma@mail.ru

Участие авторов: Кучма В.Р. — концепция и дизайн исследования, написание статьи, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Янушанец О.И. — концепция и дизайн исследования, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи; Петрова Н.А. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 15.08.2021 / Принята к печати 28.09.2021 / Опубликована 31.10.2021

Vladislav R. Kuchma^{1,2,3}, Olga I. Yanushanets⁴, Natalya A. Petrova⁴

Scientific and methodological foundations of hygienic assessment and examination of digital educational content

¹Russian Academy of Sciences, 119991, Moscow, Russian Federation;

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

³Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation;

⁴North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, 191015, Russian Federation

Introduction. In a modern school, digital educational materials are widely used, implemented through electronic teaching aids. However, teachers in the learning process are not guided by the appropriate recommendations of hygienists.

The purpose of the study is to substantiate hygienically significant parameters of digital educational content presented on devices equipped with a screen.

Materials and methods. Hygienic observational, expert-analytical and physiological-hygienic studies were carried out to assess 460 electronic educational materials.

Results. A number of indicators have been established that characterize the readability of educational materials of a digital school, four of which are regulated by the current sanitary legislation, and the rest are of a recommendatory nature. The assessment of the textual material made it possible to establish that the educational materials did not comply with the regulated and recommended hygienic requirements in all respects. The expert assessment showed that the hygienically not rationally designed educational material presented on the screens causes discomfort of the visual analyzer after working with it. Working with such material contributes to visual fatigue, at the same time, the use of hygienically rationally designed materials is characterized by positive trends in the state of the visual analyzer.

Conclusion. *A hygienically not rationally designed educational material presented on screens causes discomfort in the visual analyzer and promotes visual fatigue. Hygienic assessment and examination of used and developed digital educational content should be carried out in terms of text, color, illustrative design and design of electronic educational material.*

Keywords: *hygiene; pupils; digital school; digital educational content; digital teaching materials; electronic teaching aids; fatigue; prevention*

For citation: Kuchma V.R., Yanushanets O.I., Petrova N.A. Scientific and methodological foundations of hygienic assessment and examination of digital educational content. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(10): 1035-1042. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1035-1042> (In Russ.)

For correspondence: Vladislav R. Kuchma, MD, PhD, DSci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Institute of Complex Problems of Hygiene of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation; Head of the Department of hygiene of children and adolescents of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: vrkuchma@mail.ru

Information about authors:

Kuchma V.R., <https://orcid.org/0000-0002-1410-5546> Yanushanets O.I., <https://orcid.org/0000-0002-9831-6323> Petrova N.A., <https://orcid.org/0000-0001-8291-636X>

Contribution: *Kuchma V.R.* — concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; *Yanushanets O.I.* — concept and design of the study, editing, responsibility for the integrity of all parts of the article; *Petrova N.A.* — concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, writing the text. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: August 15, 2021 / Accepted: September 28, 2021 / Published: October 31, 2021

Введение

В рамках Федерального проекта «Цифровая школа» происходит внедрение электронно-информационной среды в общеобразовательные учреждения. Целью проекта является создание к 2024 г. в образовательных организациях всех уровней современной цифровой образовательной среды (ЦОС), обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов, утверждение стандарта цифровой школы. Цифровизация — приоритетное направление модернизации российского образования. В современных условиях педагоги широко используют цифровые технологии для визуализации учебных материалов, обеспечения всех обучающихся образовательными материалами, организации педагогического процесса и контроля его результатов [1–7].

В 2021 г. Министерством просвещения Российской Федерации принята стратегия «Цифровая трансформация образования», паспорт которой предусматривает шесть разработок — шесть сервисов: «Библиотека цифрового образовательного контента», сервисы для школьников «Цифровой помощник ученика», «Цифровое портфолио ученика»; система управления в образовательной организации; сервисы «Цифровой помощник родителя» и «Цифровой помощник учителя»¹. «Библиотека цифрового образовательного контента» позволит использовать современный образовательный контент и реализовывать образовательные программы углублённого уровня, выстраивая индивидуальные образовательные траектории, а также повышать профессиональные компетенции педагогов. Однако, по мнению большинства исследователей, применение цифровых образовательных материалов в учебном процессе характеризуется комплексным воздействием факторов ЦОС на организм детей и подростков [8–15].

В 2021–2022 гг. в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации (№ 2040 от 7 декабря 2020 г.) проводится эксперимент по развитию ЦОС в 15 субъектах Российской Федерации. Одной из задач эксперимента является разработка и внедрение в общеобразовательных организациях электронного образовательного контента, подпадающего в соответствии с российским санитарным законодательством (Федеральный закон № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения») под необходимость проведения его экспертизы, что требует актуализировать и нормативно закрепить обеспечение гигиенически безопасной ЦОС и создание офтальмо-эргономичного ЦОК, других материалов, используемых в образовательном процессе школьников, для всех видов электронных средств обучения на основе обоснованных гигиенических регламентов.

В настоящее время отсутствуют гигиенические требования и технологии оценки электронных образовательных материалов, ЦОК, содержащих осваиваемую информацию, практические упражнения и контрольно-измерительные материалы, предъявляемых на устройствах, оборудованных экраном.

Гигиенические требования регламентируют только минимальный кегль шрифта, группу шрифтов, объём текста единовременного прочтения и длину строки². Однако это только небольшая часть характеристик ЦОК, и в целом они используются без какой-либо гигиенической экспертизы и без учёта используемых электронных средств обучения, что не отвечает требованиям статьи 28 части 2 Федерального закона от 30.03.1993 г. № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020 г.). При этом установлена гигиеническая значимость и таких параметров, как междустрочный и межабзацный интервал, наличие полей, цветовое оформление, дизайн, соразмерность рисунков, качество изображения, размер изображений, естественное положение картинок, наличие эффектов и анимации в учебных материалах, предъявляемых на устройствах, оборудованных экраном [16, 17].

Цель исследования — обоснование гигиенически значимых параметров цифрового образовательного контента, предъявляемого на экранах интерактивных досок и персональных компьютеров в учебном процессе.

Материалы и методы

Для проведения гигиенической оценки оформления учебных материалов, предъявляемых на устройствах, оборудованных экраном, на основе действующего санитарного законодательства³ и гигиенических рекомендаций [16] был разработан протокол исследований, состоящий из четырёх блоков оценки: 1) текстового оформления образовательного материала (кегель шрифта, начертание шрифта, наличие полей, междустрочный и межабзацный интервал, объём текста единовременного прочтения, длина строки); 2) цветового оформления (количество используемых цветов, контрастность текста на фоне, сочетаемость цветовой гаммы, цвет фона); 3) иллюстративного оформления (количество объектов в единице контента, соразмерность рисунков, качество изображения, размер изображений, естественное положение картинок); 4) дизайна образовательного материала (количество единиц контента, наличие эффектов и анимации,

² СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (табл. 7.12).

³ СП 2.4. 3648–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

¹ <https://docs.edu.gov.ru/document/267a55edc9394c4fd7db31026f68f2dd/download/4030/> [опубликовано 15 июля 2021 г. Обращение: 11.08.2021 г.].

непрерывность текста на экране). Оценка оформления материала проводилась по балльной системе. Сумма баллов по протоколу от 0 до 9 отражает гигиенически нерациональное оформление образовательных материалов, а сумма от 10 до 18 баллов характеризует гигиенически рациональное оформление материала.

Было изучено 50 презентаций для учащихся начальных классов, размещённых в базах презентаций⁴; 50 презентаций для учащихся начальных классов, подготовленные учителями для проведения своего урока и которые они предоставили по запросу исследователей из различных городов страны. Проведена гигиеническая оценка 180 материалов для учащихся младших классов на платформе образовательного интернет-ресурса «ЯКласс» и 180 материалов для учащихся младших классов на образовательной платформе «Российская электронная школа» (далее РЭШ).

Экспертная оценка материалов интернет-ресурсов также проводилась методом анкетирования по 4 блокам: текстовое, цветное, иллюстративное оформления и дизайн материалов. Визуальный материал оценивался по балльной шкале: от 1 до 5 баллов фиксировался зрительный дискомфорт по соответствующему показателю и от 6 до 10 баллов – зрительный комфорт. Эксперты также отмечали любые неприятные ощущения зрительного анализатора при просмотре материалов (жжение, зуд, ощущение песка, резь в глазах, покраснение глаз, слезотечение, сухость глаз, ощущение пелены перед глазами). У всех членов экспертной группы ($n = 20$) отсутствовали патологии зрительного анализатора, средний возраст группы составил 23 ± 2 года. Группе предлагалось просмотреть гигиенически рациональный (сумма баллов по протоколу – 18) и нерациональный (сумма баллов по протоколу – 0) текстовый материал по математике для учащихся 3-го класса. Визуальный материал отображался на интерактивную доску Solution Board Dual (диагональ 63,13 дюйма). Доска была расположена слева от школьной меловой доски.

Оценка зрительного утомления у школьников начальных классов проводилась методом измерения критической частоты слияния световых мельканий (КЧССМ) с использованием компьютерного приборного комплекса КПФК-99 «Психомат». Работа учащихся с гигиенически рациональным и нерациональным визуальным материалом проводилась с промежутком в неделю, во вторник, вторым уроком первой смены. Средний возраст группы учащихся составил 10 ± 1 год, патологии зрительного анализатора у участников отсутствовали. Родители учащихся дали добровольное информированное письменное согласие на участие в исследовании.

Статистический анализ результатов исследований проводился с помощью редактора электронных таблиц MS Excel 2010 и программы Statistica 8. При нормальном виде распределения данных применялись методы параметрической статистики – t -критерий Стьюдента и критерий χ^2 , предназначенный для сравнения двух независимых выборок. За критический уровень достоверности нулевой гипотезы принимали $p \leq 0,05$ (95%-й уровень значимости).

Результаты

Изучение учебных материалов для учащихся младших классов, размещённых в базе презентаций для учителей, позволило установить, что большее число нарушений было выявлено при выборе междустрочного и межабзачного интервала, количества объектов, одновременно предъявляемых ученикам, применении специальных эффектов и анимации, количестве слайдов в презентации и выборе минимального кегля шрифта (табл. 1). Эти показатели существенным образом влияют на общую удобочитаемость учебного материала: при считывании с различных электронных устройств она, как правило, снижается.

Полустрочный межабзачный и междустрочный интервалы не соблюдались в 96% исследованных материалов.

При проведении гигиенической оценки иллюстративного оформления было выявлено, что рекомендуемое количество объектов одномоментного предъявления ученикам – не более 9 – было превышено в 84% случаев. Максимальное количество объектов было отмечено по математике для 1-го класса и составляло 36 объектов.

При оформлении учебного текстового материала педагоги не соблюдают требования, регламентированные нормативной документацией, и выбирают кегль шрифта менее 28 пунктов.

Таким образом, выявлено, что 72% презентаций не соответствуют гигиеническим требованиям по размеру кегля шрифта. При этом преимущественно минимальный кегль шрифта не соответствовал требованиям в учебных материалах сложных предметов (математика, русский язык).

Установлено, что в 92,9% исследованных материалов присутствовали движения иллюстраций, текста или анимации при переключении слайдов. Таким образом, все 100% материалов для учащихся младших классов, размещённых в базе презентаций для учителей, не соответствуют рекомендуемым гигиеническим требованиям.

Изучение материалов для учащихся младших классов, оформленных учителями для своих уроков, позволило установить, что список значимых нарушений расширяется за счёт показателей цветового оформления, при этом интервал и максимальное количество объектов имеют меньшее число нарушений среди просмотренных презентаций по сравнению с материалами, размещёнными в электронных базах (табл. 2).

Контрастность текста на фоне была нарушена в 40% случаев – текст на фоне блёклый, едва различимый, использовался в материалах для таких предметов, как литературное чтение, русский язык, математика, или наоборот, жёлтый и синий текст на красном фоне. При оценке материалов на сочетаемость цветов было выявлено, что в 34% случаев не соблюдается цветовая гамма – использовался синий, красный и ярко-зелёный цвета или коричневый вместе с голубым. В 32% материалов по литературному чтению, русскому языку яркий тёмный фон используется с бордовым, красным или синим цветами, или наоборот, применялся жёлтый или салатовый цвет.

Таким образом, все 100% учебных материалов для учащихся младших классов, оформленных учителями для своих уроков, не соответствуют рекомендуемым гигиеническим требованиям.

Оценка функционального состояния центральной нервной и зрительной систем учащихся начальных классов по изменениям показателей КЧССМ представлена на рис. 1, 2.

Установлено, что при просмотре учебных материалов, оформленных гигиенически нерационально, у 90% учащихся снизился уровень КЧССМ на 3 Гц, что свидетельствует о появлении зрительного утомления. При сравнении групп учащихся было выявлено статистически значимое влияние работы с гигиенически нерационально оформленным учебным материалом на состояние зрительного анализатора учащихся ($\chi^2 = 15$, $p \leq 0,001$; для гигиенически нерационально оформленного материала $p \leq 0,05$ по критерию Вилкоксона).

Изучение материалов образовательной платформы «РЭШ» показало, что уроки для учащихся состоят из подготовительной и практической частей. Подготовительная (теоретическая) часть онлайн-урока состоит из видеоматериала длительностью до 15 мин, а основная часть состоит из практических интерактивных заданий для закрепления пройденного материала. На сайте любого урока «РЭШ» ученик имеет доступ к конспекту урока, который он может прочитать для повторения пройденного материала. Анализ конспектов к урокам начальных классов показал, что нарушены все гигиенические регламентируемые показатели, закреплённые в санитарных нормах и правилах. Доля материалов, не соответствующих гигиеническим требованиям по

⁴ <https://pedsovet.su/load>
<https://pptcloud.ru/1klass?language=ru>
<https://www.uchportal.ru/load/>

Таблица 1 / Table 1

Ранговое распределение основных показателей оформления образовательных материалов для учащихся начальных классов, выложенных в базе презентаций для учителей (по доле нарушений)

Rank distribution of the main indicators of the design of educational materials for primary school students, laid out in the database of presentations for teachers (by the proportion of violations)

Блок Block	Показатель Index	Доля материалов, не соответствующих рекомендуемым требованиям, % Share of materials not meeting the recommended requirements, %	Ранг Rank
Шрифтовое оформление Type design	Междустрочный и межабзацный интервал Line spacing and paragraph spacing	96.0	1
Иллюстративное оформление Illustrative design	Максимальное количество объектов, предъявляемых одновременно The maximum number of objects presented at one time	84.0	2
Оформление слайдов Slide design	Наличие эффектов и анимации The presence of effects and animation	76.0	3
	Количество слайдов в презентации Number of slides in the presentation	74.0	4
Шрифтовое оформление Type design	Минимальный кегль шрифта Minimal font size	72.0	5
	Начертание шрифта Font style	70.0	6
Цветовое оформление Color design	Контрастность текста на фоне Contrast text against background	50.0	7
	Количество используемых цветов Number of colors used	40.0	8
Иллюстративное оформление Illustrative design	Качество изображений Image quality	38.0	9
Шрифтовое оформление Type design	Размер полей Size of fields	36.0	10
Цветовое оформление Color design	Сочетаемость цветовой гаммы Color compatibility	34.0	11
	Используемый фон Background used	32.0	12
Оформление слайдов Slide design	Непрерывность текста Text continuity	32.0	12
Шрифтовое оформление Type design	Объем текста единовременного прочтения The amount of text at a time	30.0	13
	Длина строки Line length	30.0	13
Иллюстративное оформление Illustrative design	Соразмерность иллюстраций Proportionality of illustrations	28.0	14
	Размер изображений Image size	10.0	15
	Естественное положение объектов иллюстраций The natural position of the objects in the illustrations	8.0	16

объёму текста единовременного прочтения, составила 70%, средний объём текста в таких материалах 1500 ± 100 знаков. Длина строки не соответствует гигиеническому требованию: в 73,1% исследуемых материалов было выявлено, что она составила 160 ± 20 мм. Минимальный кегль шрифта не соответствовал в 100% просмотренных визуальных материалов и составил 12 пунктов.

Анализ материалов образовательного интернет-ресурса «ЯКласс» показал, что уроки для учащихся состоят из подготовительных и практических частей. Подготовительная (теоретическая) часть онлайн-урока состоит из текста с иллюстрациями, а основная часть включает практические интерактивные задания для закрепления пройденного материала. Теоретическая часть уроков образовательной платформы «ЯКласс»

Таблица 2 / Table 2

Ранговое распределение основных показателей оформления образовательных материалов для учащихся начальных классов, подготовленных учителями для своих уроков (по доле нарушений)

Rank distribution of the main indicators of the design of educational materials for primary school students prepared by teachers for their lessons (by the proportion of violations)

Блок Block	Показатель Index	Доля материалов, не соответствующих рекомендуемым требованиям, % Share of materials not meeting the recommended requirements, %	Ранг Rank
Оформление слайдов Slide design	Наличие эффектов и анимации The presence of effects and animation	74.0	1
	Количество слайдов в презентации Number of slides in the presentation	60.0	2
Шрифтовое оформление Type design	Минимальный кегль шрифта Minimal font size	60.0	2
	Начертание шрифта Font style	50.0	3
Цветовое оформление Color design	Контрастность текста на фоне Contrast text against background	40.0	4
Шрифтовое оформление Type design	Размер полей Size of fields	40.0	4
Цветовое оформление Color design	Сочетаемость цветовой гаммы Color compatibility	34.0	5
	Используемый фон Background used	34.0	5
Шрифтовое оформление Type design	Объём текста единовременного прочтения The amount of text at a time	30.0	6
	Длина строки Line length	30.0	6
Цветовое оформление Color design	Количество используемых цветов Number of colors used	28.0	7
Иллюстративное оформление Illustrative design	Качество изображений Image quality	28.0	7
Оформление слайдов Slide design	Непрерывность текста Continuity of text	16.0	8
Иллюстративное оформление Illustrative design	Соразмерность иллюстраций Proportionality of illustrations	16.0	8
	Размер изображений Image size	16.0	8
	Максимальное количество объектов, предъявляемых одновременно The maximum number of objects presented at one time	8.0	9
Шрифтовое оформление Type design	Междустрочный и межабзацный интервал Line spacing and paragraph spacing	4.0	10
Иллюстративное оформление Illustrative design	Естественное положение объектов иллюстраций The natural position of the objects in the illustrations	4.0	10

имеет ряд нарушений как рекомендуемых требований, так и закреплённых в санитарных нормах и правилах. В изученных материалах теоретической части онлайн-урока доля материалов, не соответствующих гигиеническим требованиям по объёму текста единовременного прочтения, составила 83,1%; средний объём текста в таких материалах 1800 ± 100 знаков. Длина строки не соответствует гигиеническим требованиям в

75% исследуемых материалов и составила 160 ± 15 мм. Минимальный кегль шрифта не соответствовал в 100% просмотренных визуальных материалов и составил 12 пунктов. Количество цветов оформления превышало рекомендуемую величину в 26,1% визуальных материалов; среднее число цветов, используемых при оформлении, составило 8 ± 2 . Остальные показатели отвечали рекомендуемым требованиям.

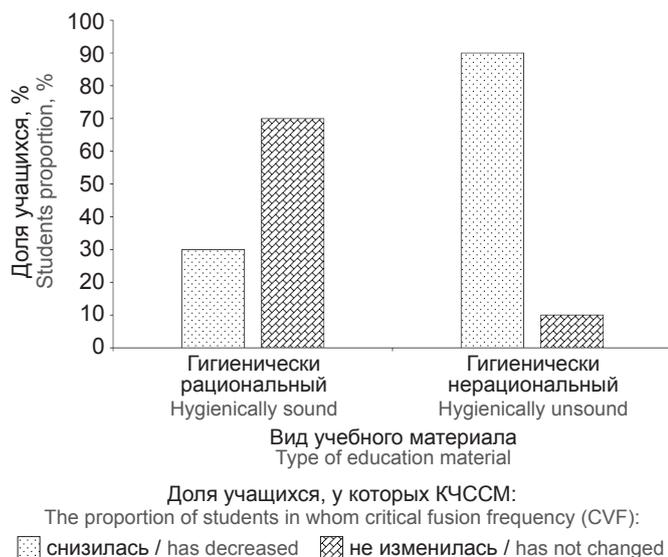


Рис. 1. Доли учащихся, у которых КЧСМ снизилась при работе с учебным материалом, предъявляемым на устройствах, оборудованных экранами (%).

Fig. 1. The proportion of students whose critical fusion frequency (CVF) decreased when working with educational material presented on devices equipped with screens (%).

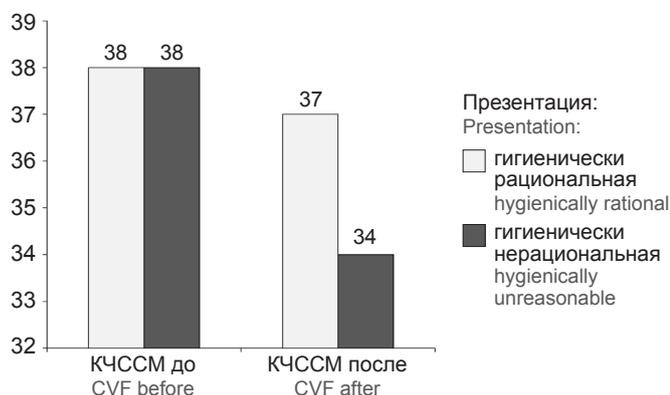


Рис. 2. КЧСМ до и после работы с учебным материалом, предъявляемым на устройствах, оборудованных экранами, Гц.

Fig. 2. Critical fusion frequency (CVF) before and after work with educational material presented on devices equipped with screens, Hz.

Обсуждение

Установлено, что текстовое, цветное, иллюстративное оформление и дизайн электронных образовательных материалов влияют на функциональное состояние центральной нервной, сердечно-сосудистой систем, зрительного анализатора, способствуют развитию утомления, перенапряжения и формированию функциональных нарушений, состояний и в последующем хронических заболеваний. Об этом убедительно свидетельствуют как данные опросов школьников [18], так и результаты физиолого-гигиенических исследований при оценке визуального материала, используемого в образовательном процессе и подаваемого на интерактивных досках и мониторах персональных компьютеров [19]. В ходе настоящего исследования практически все испытуемые отмечают зрительный дискомфорт, когда в электронных учебных материалах используется минимальный шрифт, большое количество цветов, низкая контрастность текста, большое количество объектов

для восприятия, значительное число единиц контента на конкретное занятие, наличие спецэффектов и анимации. При работе с презентациями, подготовленными без учёта гигиенических принципов предъявления зрительной информации, у обучающихся в процессе занятий развивается утомление зрительного анализатора и ЦНС.

Результаты исследований корреспондируют с данными гигиенической экспертизы учебных онлайн-курсов для 1–9-х классов общеобразовательных организаций «Мобильная Электронная Школа», показавшей значимость оценки удобочитаемости текстов по их объёму, группе шрифтов и их начертанию, размеру шрифта, длине строки в зависимости от возраста (класса) обучающихся. При этом было установлено, что в большинстве онлайн-курсов превышены объёмы текста одновременного прочтения в справочных материалах [20], являющихся в настоящее время важной составляющей «Библиотеки цифрового образовательного контента».

При разработке и экспертизе ЦОК Министерство просвещения Российской Федерации рекомендует использовать разнообразные формы представления учебной информации с единым требованием их соответствия психолого-физиологическим и возрастным особенностям обучающихся, что полностью совпадает с гигиеническими требованиями к организации учебного процесса. Цифровые образовательные контенты – сложная высокотехнологичная продукция, используемая в обучении детей с применением современного компьютерного, мультимедийного и презентационного оборудования. Однако все виды представления учебной информации требуют физиолого-гигиенической оценки перед использованием в педагогическом процессе, поскольку видеоролики, слайд-шоу, анимационные ролики, интерактивные рисунки, интерактивные схемы, интерактивные карты, интерактивные модели с возможностью изменения параметров могут по-разному воздействовать на функциональное состояние организма. Это относится и к уровню сложности текстов, различных видов заданий, графического дизайна и оформления ЦОК.

Заключение

Текстовый учебный материал, предъявляемый школьникам на устройствах, оборудованных экраном, оформленный учителями для своих уроков, материал, подготовленный педагогами и выложенный в базу презентаций, и материалы, выложенные на электронные образовательные платформы «ЯКласс» и «Российская электронная школа», не соответствуют как регламентируемым гигиеническим требованиям, так и рекомендуемым. Экспертная оценка учебного материала показала, что гигиенически нерационально оформленный материал вызывает дискомфорт зрительного анализатора и неприятные ощущения после работы с ним. Физиолого-гигиеническое изучение влияния учебного материала, оформленного гигиенически нерационально, показало, что работа с таким материалом способствует зрительному утомлению школьников начальных классов.

Для создания благоприятных условий обучения с помощью ЦОК следует разработать и внедрить нормативные гигиенические требования к учебным материалам, используемым школьниками на устройствах, оборудованных экраном. Все эти материалы в соответствии со ст. 28 ч. 2 Федерального закона от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020 г.) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» должны проходить экспертизу, что требует в свою очередь и обоснования соответствующей технологии государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Гигиенически значимыми для текстового оформления электронных материалов являются: гарнитура и размер шрифта, интервал между строками и абзацами, размер полей; цветное оформление (используемая цветовая гамма,

Original article

количество используемых цветов, цвет текста и фона); характеристики иллюстраций (количество объектов, предъявляемых обучающемуся одновременно, соразмерность рисунков, размер изображения, качество изображения, естественное положение иллюстраций в контенте); дизайн оформления (количество единиц контента, предъявляемых обучающемуся на конкретном уроке, тема занятия, наличие спецэффектов и анимации, непрерывность текста).

Гигиеническая оценка и экспертиза используемых и разрабатываемых ЦОК должны проводиться по показателям текстового, цветового, иллюстративного оформления и дизайна электронного образовательного материала.

Необходима разработка цифровых технологий государственного санитарно-эпидемиологического надзора за созданием и использованием цифровых образовательных контентов, цифровой образовательной среды.

Требуется проведение психофизиологических, физиолого-гигиенических и клинических исследований для оценки комплексного воздействия ЦОС, ЦОК на функциональное состояние организма школьников разных ступеней обучения с целью обоснования и разработки системы мероприятий, минимизирующих риски здоровью детей и подростков в цифровой среде, обеспечивающих гармоничный рост и развитие подрастающего поколения.

Литература

1. Кондаков А.М., Вавилова А.А., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Дронов В.П., Кондакова М.Л. и соавт. Концепция совершенствования (модернизации) единой информационной образовательной среды, обеспечивающей реализацию национальных стратегий развития Российской Федерации. *Педагогика*. 2018; (4): 98–125.
2. Горбунова Н.В., Болдырева Е.П., Григорьева Т.Ю., Долгова С.Ю., Исайкина М.А., Исмаилова О.И. и соавт. *Цифровизация как приоритетное направление модернизации российского образования: монография*. Саратов; 2019: 44–66.
3. Григоренко И.Н. Электронные изображения в обучении иностранному языку. *Вестник Экономика. Право. Печать. КСЭИ*. 2014; 63-64(3-4): 105–10.
4. Жигалова О.П. Формирование образовательной среды в условиях цифровой трансформации общества. *Ученые записки Забайкальского государственного университета*. 2019; 14(2): 69–74. <https://doi.org/10.21209/2658-7114-2019-14-2-69-74>
5. Магомедов А.М. Проблемы и тенденции развития цифрового образования. *Педагогика и просвещение*. 2019; (2): 134–42. <https://doi.org/10.7256/2454-0676.2019.2.27084>
6. Бережная Л.В. Электронный дневник как инструмент повышения качества образования. В кн.: *Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Качество современного образования: опыт, тенденции развития»*. Саратов; 2016: 197–200.
7. Конач А.В. Модернизация технологий электронного дневника с целью повышения эффективности среднего образования. *Современное педагогическое образование*. 2017; (1): 14–6.
8. Кучма В.Р., Степанова М.И., Текшева Л.М. *Гигиеническая безопасность использования компьютеров в обучении детей и подростков*. М.: Просвещение; 2013.
9. Степанова М.И., Александрова И.Э., Сазанюк З.И., Воронова Б.З., Лашнева И.П., Шумкова Т.В. и соавт. Гигиеническая регламентация использования электронных образовательных ресурсов в современной школе. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(7): 64–8.
10. Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде (часть II). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016; (4): 4–24.
11. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмов П.И. Гигиеническая безопасность жизнедеятельности детей в цифровой среде. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; 281(8): 4–7.
12. Лавинский Х.Х., Грекова Н.А., Арбузов И.В., Полянская Ю.Н. Риски здоровью детей в «цифровой среде»: пути профилактики. В кн.: *Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей «Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее»*. М.: Дашков и К; 2017: 508–11.
13. Александрова И.Э. Гигиенические принципы и технология обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой образовательной среде. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (3): 23–33.
14. Саньков С.В. Гигиеническая безопасность электронной информационно-образовательной среды в современной школе (научный обзор). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (2): 13–20.
15. Кучма В.Р., Барсукова Н.К., Саньков С.В. Комплексный подход к гигиеническому нормированию использования детьми электронных средств обучения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2020; 64(3): 139–49. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-3-139-149>
16. Кучма В.Р., Степанова М.И., Александрова И.Э. *Гигиенические требования к использованию в школе интерактивных образовательных технологий: Учебно-методическое пособие*. М.; 2016.
17. Кучма В.Р., Саньков С.В., Барсукова Н.К., Эльксина Е.В. *Гигиенические требования к шрифтовому оформлению учебных электронных изданий, предъявляемых на ноутбук и планшете. Методические рекомендации*. М.; 2020.
18. Кучма В.Р., Седова А.С., Степанова М.И., Рапопорт И.К., Поленова М.А., Соколова С.Б. и соавт. Особенности жизнедеятельности и самочувствия детей и подростков, дистанционно обучающихся во время эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2020; (2): 4–23.
19. Кучма В.Р., Саньков С.В., Барсукова Н.К. Гигиеническая оценка шрифтового оформления электронных текстов, предъявляемых на ноутбук. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(12): 1402–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1402-1407>
20. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Барсукова Н.К., Степанова М.И., Поленова М.А., Дадонова А.Я. и соавт. Гигиеническая характеристика электронных образовательных ресурсов для обучающихся 1–9-х классов («Мобильная электронная школа»). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (2): 21–5.

References

1. Kondakov A.M., Vavilova A.A., Grigor'ev S.G., Grinshkun V.V., Dronov V.P., Kondakova M.L., et al. The concept of improving (modernizing) the unified information educational environment that ensures the implementation of national development strategies of the Russian Federation. *Pedagogika*. 2018; (4): 98–125. (in Russian)
2. Gorbunova N.V., Boldyreva E.P., Grigor'eva T.Yu., Dolgova S.Yu., Isaykina M.A., Ismailova O.I., et al. *Digitalization as a Priority Direction of Modernization of Russian Education: Monograph [Tsifrovizatsiya kak prioritnoye napravlenie modernizatsii rossiyskogo obrazovaniya: monografiya]*. Saratov; 2019: 44–66. (in Russian)
3. Grigorenko I.N. Electronic images in teaching a foreign language. *Ekonomika. Pravo. Pechat'. Vestnik KSEI*. 2014; 63-64(3-4): 105–10. (in Russian)
4. Zhigalova O.P. Formation of the educational environment in the conditions of digital transformation of society. *Uchenye zapiski Zabayskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2019; 14(2): 69–74. <https://doi.org/10.21209/2658-7114-2019-14-2-69-74> (in Russian)
5. Magomedov A.M. Issues and trends of digital education development. *Pedagogika i prosveshchenie*. 2019; (2): 134–42. <https://doi.org/10.7256/2454-0676.2019.2.27084> (in Russian)
6. Berezhnaya L.V. Electronic diary as a tool to improve the quality of education. In: *Collection of Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference with International Participation «Quality of Modern Education: Experience, Development Trends» [Sbornik materialov mezhhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Kachestvo sovremennogo obrazovaniya: opyt, tendentsii razvitiya»]*. Saratov; 2016: 197–200. (in Russian)
7. Konash A.V. Modernization of electronic diary technologies in order to improve the efficiency of secondary education. *Sovremennoye pedagogicheskoe obrazovanie*. 2017; (1): 14–6. (in Russian)
8. Kuchma V.R., Stepanova M.I., Teksheva L.M. *Hygienic Safety of the Use of Computers in the Education of Children and Adolescents [Gigienicheskaya bezopasnost' ispol'zovaniya komp'yutеров v obuchenii detey i podrostkov]*. Moscow: Prosveshchenie; 2013. (in Russian)
9. Stepanova M.I., Aleksandrova I.E., Sazanyuk Z.I., Voronova B.Z., Lashneva I.P., Shumkova T.V., et al. Hygienic regulation of the use of electronic educational resources in the modern school. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; 94(7): 64–8. (in Russian)
10. Kuchma V.R. Challenges of the XXI century: hygienic safety of the children in a changing environment (Part II). *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2016; (4): 4–24. (in Russian)
11. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Khramtsov P.I. Hygienic safety children in hyperinformation society. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; 281(8): 4–7. (in Russian)
12. Lavinskiy Kh.Kh., Grekova N.A., Arbuзов I.V., Polyanskaya Yu.N. Risks to children's health in the «digital environment»: ways of prevention. In: *Materials of the XII All-Russian Congress of Hygienists and Sanitary Doctors «Russian Hygiene – Developing Traditions, we Strive for the Future»*

- [*Materialy XII Vserossiyskogo s'ezda gigienistov i sanitarnykh vrachey «Rossiyskaya gigiena – razvivaya traditsii, ustremlyayemysya v budushchee»*]. Moscow: Dashkov i K.; 2017: 508–11. (in Russian)
13. Aleksandrova I.E. Hygienic principles and technology to ensure safety for health of pupils conditions of training in a digital educational environment. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (3): 23–33. (in Russian)
 14. Sankov S.V. Hygienic security of the electronic information-educational environment in modern schools (scientific review). *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (2): 13–20. (in Russian)
 15. Kuchma V.R., Barsukova N.K., San'kov S.V. Comprehensive approach to the hygienic rating of the use of electronic means for education in children. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2020; 64(3): 139–49. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-3-139-149> (in Russian)
 16. Kuchma V.R., Stepanova M.I., Aleksandrova I.E. *Hygienic Requirements for the Use of Interactive Educational Technologies in School: A Teaching Aid [Gigienicheskie trebovaniya k ispol'zovaniyu v shkole interaktivnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy: Uchebno-metodicheskoe posobie]*. Moscow; 2016. (in Russian)
 17. Kuchma V.R., San'kov S.V., Barsukova N.K., El'kskina E.V. *Hygienic Requirements for the Font Design of Educational Electronic Publications Presented on a Laptop and Tablet. Methodological Recommendations [Gigienicheskie trebovaniya k shriftoomu oformleniyu uchebnykh elektronnykh izdaniy, pred'yavlyayemykh na noutbuke i planshete. Metodicheskie rekomendatsii]*. Moscow; 2020. (in Russian)
 18. Kuchma V.R., Sedova A.S., Stepanova M.I., Rapoport I.K., Polenova M.A., Sokolova S.B., et al. Life and wellbeing of children and adolescents studying remotely during the epidemic of a new Coronavirus infection (COVID-19). *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2020; (2): 4–23. (in Russian)
 19. Kuchma V.R., San'kov S.V., Barsukova N.K. Hygienic evaluation of the font design of electronic texts presented on a laptop. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(12): 1402–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1402-1407> (in Russian)
 20. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Barsukova N.K., Stepanova M.I., Polenova M.A., Dadonova A.Ya., et al. Hygienic characteristics of electronic educational resources for training 1-9 classes («Mobile electronic school»). *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (2): 21–5. (in Russian)
-