



ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

И.Э. Александрова

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей России, Россия, 119991, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр. 1

Активное использование электронных средств обучения в современном образовании не только повышает эффективность получения знаний ребенком, но и формирует риски для здоровья учащихся. Высокая зрительная и информационная нагрузка способны привести к возникновению переутомления школьников.

Осуществлено научное обоснование гигиенической оптимизации учебного процесса (урока и учебного расписания) для профилактики выраженного утомления школьников в процессе обучения в условиях цифровой среды.

Для решения поставленной цели применялись гигиенические, физиологические, статистические методы исследования. Проведен анализ школьных средовых факторов, компонентов организации учебного процесса, изучены параметры функционального состояния организма более 600 обучающихся 5–9-х классов: показатели, характеризующие умственную и зрительную работоспособность.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием параметрических и непараметрических методов анализа. По принципам доказательной медицины рассчитаны величины относительного риска появления неблагоприятного исхода в функциональном состоянии организма в зависимости от показателей организации обучения (построения урока, учебного расписания).

Были разработаны методические подходы к определению гигиенически рациональной организации школьного урока и расписания при создании оптимальных условий внутришкольной среды (микроклимат, освещенность, электромагнитные поля, учебная мебель и т.п.) и выполнения возрастных регламентов использования электронных средств обучения.

В результате исследования доказано, что реализация предложенных подходов будет способствовать сохранению благоприятной динамики функционального состояния детей, а также профилактике возникновения школьно-обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: *школьники, цифровая среда, переутомление, гигиеническая оптимизация, урок, расписание, функциональное состояние организма, профилактика возникновения школьно-обусловленных заболеваний.*

В условиях гиперинформационного общества одной из важнейших задач является сохранение здоровья подрастающего поколения. Цифровая среда обитания оказывает серьезное влияние на поведение, стиль, образ жизни и формирует дополнительные факторы риска здоровью детей и подростков [1, 2]. Наблюдается возрастание информационной нагрузки и психоэмоционального перенапряжения, различных форм информационной зависимости [3–5], увеличение распространенности пограничных психических расстройств и поведенческих нарушений у детей и подростков [6]. Длительное использование интернета сопряжено у детей со снижением вербального интеллекта и нарушением развития мозга в области, ответственной за речь, внимание, эмоции и т.д. [7]. Значительная часть авторов публикаций, касающихся вопросов влияния цифровых средств на здоровье, характеризует их использование современными детьми и подростками как чрезмерное, что, как нам кажется, может быть основным фактором, препятст-

вующим формированию «здоровой психофизиологической устойчивости» [8–12].

Наряду с этим основная и наиболее заметная тенденция современного образования связана, прежде всего, со все более интенсивным использованием цифровых средств в обучении детей и подростков. Имея огромные возможности, повышающие эффективность образования, обучение в цифровой среде формирует комплекс факторов, которые обладают потенциально негативным эффектом воздействия на здоровье школьников. К ним следует отнести увеличение зрительной нагрузки, интенсификацию учебного труда, повышение статического напряжения и гипокинезию [13, 14].

В последние годы было изучено влияние применения наиболее распространенных электронных средств обучения (ЭСО) (персонального компьютера, ноутбука, интерактивной доски проекционного типа, планшета) на функциональное состояние организма (ФСО) школьников. В работах [15–18]

© Александрова И.Э., 2020

Александрова Ирина Эрнстовна – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиены детей и подростков (e-mail: accialex@yandex.ru; тел.: 8 (495) 917-10-60; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8664-1866>).

показано, что нерегламентированное применение ЭСО в учебном процессе обуславливает ухудшение самочувствия, снижение зрительной, умственной работоспособности учащихся, невозможность соблюдения оптимальной зрительной дистанции; способствует формированию «передней» рабочей позы школьника.

В результате анализа изменений функционального состояния организма учащихся в динамике урока в зависимости от различного времени применения ЭСО определена допустимая продолжительность их использования, при превышении которой выявляли значимую негативную динамику показателей ФСО. В ходе этих исследований установлены регламенты безопасного использования на уроках: компьютера, интерактивной доски и ноутбука, показано активизирующее влияние ЭСО на учебную деятельность и ФСО школьника при рациональном, с позиций гигиены, их использовании [17, 18]. Позитивное влияние выражалось, в первую очередь, в эмоциональной активизации деятельности центральной нервной системы, оптимизации функции зрительного анализатора, повышении уровня умственной работоспособности школьника.

Проведены исследования по выявлению факторов, определяющих утомительность современного школьного урока. Установлено, что многокомпонентность понятия утомительность урока включает: трудность учебного предмета, способности и склонности школьника, условия обучения. Обоснованы шкалы трудности учебных предметов для построения учебного расписания в 1–9 классах и его гигиенической оценки [19]. Применение электронных средств на уроке меняет его утомительность для учащихся. Сами педагоги, положительно оценивая влияние современных цифровых уроков на развитие школьников, также отмечают увеличение информационной нагрузки, интенсификацию учебной деятельности учащихся [20, 21].

Появление новых факторов риска для развития и здоровья учащихся, практически постоянно находящихся в условиях «цифровой школы», обуславливает необходимость всестороннего их изучения. Наряду с условиями внутришкольной среды (в том числе физическими параметрами самих ЭСО, их размещением, правилами эксплуатации и т.п.) и продолжительностью использования ЭСО, необходимо с позиции гигиены оценивать и организацию современного процесса обучения: построение школьного урока, расписания. Только такой подход позволит учесть и минимизировать возможные риски для здоровья школьников.

Цель настоящего исследования – научное обоснование гигиенической оптимизации учебного процесса для профилактики выраженного утомления школьников в процессе обучения в условиях цифровой среды.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение связи показателей ФСО учащихся с данными, характеризующими организацию урока;
- изучение влияния проведения профилактических мероприятий на уроке с ЭСО на показатели умственной и зрительной работоспособности;
- обоснование метода гигиенической оценки урока;
- изучение связи показателей ФСО учащихся с «гигиенической рациональностью» расписания уроков.

Материалы и методы. Применялся комплекс гигиенических, физиологических, а также статистических методов исследования.

В условиях использования на учебных занятиях ЭСО была проведена оценка школьных средовых факторов, изучены параметры ФСО 607 обучающихся 5–9-х классов. Исследования базировались на изучении умственной работоспособности (УР), являющейся интегральным показателем ФСО детей¹. УР имеет определяющее значение для учебной деятельности. УР оценивали по результатам корректурного теста – дозированной по времени методике, позволяющей получать информацию об основных параметрах, характеризующих умственную работоспособность: объеме выполненной работы и количестве сделанных ошибок. Соотношение данных показателей определяет продуктивность работы, и ей дается комплексная оценка (отличная, хорошая, удовлетворительная, плохая, неудовлетворительная). Исходя из соотношения суммы отличных и хороших оценок к сумме плохих и неудовлетворительных, вычисляется интегральный показатель работоспособности классного коллектива.

Оценку динамики функционального состояния центральной нервной системы проводили с учетом характера индивидуальных сдвигов работоспособности от начала к концу урока. Для анализа влияния организации обучения на УР школьников выбрали наиболее «неблагоприятные» варианты сдвигов, отражающих явное и выраженное утомление, когда наблюдается уменьшение (сохранение) количества просмотренных знаков при сохранении (увеличении) количества ошибок или снижение количества просмотренных знаков при увеличении ошибок.

В динамике учебного дня провели оценку показателей УР 211 школьников 5–9-х классов с различной организацией уроков (различной плотностью урока, числом видов учебной деятельности) и построением учебного расписания (с разной степенью соответствия гигиеническим рекомендациям).

У 396 учащихся средней школы (5–9-е классы) оценили показатели УР в зависимости от наличия (или отсутствия) комплекса профилактических мероприятий (офтальмотренажа и физкультминуток) на

¹ Унифицированная методика гигиенического изучения организации условий и режима учебных занятий с использованием компьютеров: метод. рекомендации / под ред. Г.Н. Сердюковской. – М., 1987. – 91 с.

уроке. Кроме того, у этой группы детей изучили показатели, характеризующие зрительное утомление. Использовали методики определения критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ), объема аккомодации и степени утомления цилиарной мышцы глаза. Методика изучения КЧСМ предназначена для определения лабильности коркового звена зрительного анализатора, о снижении которой свидетельствует уменьшение частоты различения отдельных световых мельканий, что позволяет говорить о развитии у школьника зрительного утомления. Объем аккомодации характеризует величину изменения оптической силы глаза в процессе аккомодации, а степень утомления цилиарной мышцы глаза характеризуется коэффициентом утомляемости – процентным соотношением разности между объемами аккомодации в начале и в конце наблюдения к исходному объему аккомодации. Отрицательная величина коэффициента утомляемости указывает на увеличение объема аккомодации, а положительная – на его уменьшение.

Для выявления характера и длительности различных видов учебной деятельности на уроке применили метод хронометражных наблюдений. Провели хронометражные исследования организации 32 уроков. Оценили плотность урока (количество времени урока, затраченного на собственно учебную работу, к общему времени урока, выраженное в процентах), количество смен видов учебной деятельности.

Анализ учебного расписания проводился с помощью «Электронного методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания»², созданного авторами на основе новых шкал трудности учебных предметов, разработанных с учетом активного применения ЭСО на уроках. Провели оценку 15 вариантов дневных расписаний и пяти вариантов недельных школьных расписаний. Гигиеническая рациональность построения расписания определялась, прежде всего, соответствием динамики трудности учебных предметов в течение учебного дня (недели) физиологической «кривой» УР школьников [22–24].

Статистическая обработка результатов проведена с использованием параметрических и непараметрических методов анализа. По принципам доказательной медицины установлены величины относительного риска – вероятности появления «неблагоприятных» показателей ФСО учащихся в зависимости от показателей учебной среды (построения урока, учебного расписания), которые при гигиенически нерациональной организации становятся «факторами риска». Возникновение числа «неблагоприятных» случаев ФСО соотнесли с уроками, имеющими различную плотность (70 % и ниже – выше 70 %; 80 % и ниже – выше 80 %; 90 % и ниже – выше 90 %), разным количеством смен видов

учебной деятельности (5 и менее – более 5; 6 и менее – более 6; 7 и менее – более 7), а также с обучением на фоне школьного расписания, составленного, с гигиенических позиций, с различной степенью рациональности (рационально – нерационально). Соответственно, например, плотность урока выше 90 % – это «фактор риска есть», а плотность урока 90 % и ниже – «фактор риска отсутствует», количество школьников с «неблагоприятным» типом УР к концу урока – «исход есть»; школьники, не имеющие «неблагоприятного» типа УР к концу урока – «исхода нет» и т.д.

Таким образом заполнялась четырехпольная таблица сопряженности (табл. 1).

Таблица 1

Таблица сопряженности

Показатель	Исход есть (1)	Исхода нет (0)	Всего
Фактор риска есть (1)	A	B	A + B
Фактор риска отсутствует (0)	C	D	C + D
Всего	A + C	B + D	A + B + C + D

Значение относительного риска определялось по формуле

$$RR = (A/(A + B)) / (C/(C + D)) = \\ = (A(C + D)) / (C(A + B)),$$

где A , B , C , D – количество наблюдений в ячейках таблицы сопряженности. После определения границ 95%-ного доверительного интервала (не включающего единицу) сравнивали значения относительного риска с единицей: выбирали значения, превышающие единицу, считая, что фактор повышает частоту исходов. Рассчитали: чувствительность $(A/A + C \cdot 100)$ и специфичность методов $(D/B + D \cdot 100)$. Этиологическую составляющую (EF) воздействия показателей организации урока на УР школьников, вызывающего явное и выраженное утомление, определяли согласно «Оценке степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой»³.

Результаты и их обсуждение. Условия в классах, где проводились исследования, были максимально оптимизированы в соответствии с требованиями санитарных правил. Все ЭСО, применяемые на уроках, имели необходимые документы, разрешающие их использование в детских образовательных учреждениях.

В процессе анализа были отобраны учащиеся с «неблагоприятными» сдвигами УР к концу урока, отражающими развитие у них явного и выраженно-го утомления.

² Александрова И.Э., Степанова М.И., Курганский А.М. Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания. Объект интеллектуальной собственности база данных: свидетельство № 2017621265 от 01.11.2017. Бюл. № 11-2017.

³ Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство. – М., 2003. – 448 с.

Установлен относительный риск (RR) возникновения указанных сдвигов УР в зависимости от таких показателей организации урока, как плотность урока, частота смен учебной деятельности (табл. 2).

Значимый риск увеличения случаев явного и выраженного утомления у школьников отмечен на уроках с учебной плотностью, превышающей 90 %, и с частотой смен видов учебной деятельности более 7. При других вариантах организации урока подобный риск не выявлен ($RR < 1$).

Этиологическую составляющую воздействия показателей организации урока на УР школьников, вызывающего явное и выраженное утомление, охарактеризовали как «высокой» степени (57,3 %) – для учебной плотности урока (выше 90 %) и «средней» степени (41,1 %) – для частоты смен видов учебной деятельности (превышающей 7), так как длительность и непрерывность воздействия школьных факторов на растущий организм определяют необходимость оценивать их аналогично профессиональным.

Также наши исследования подтвердили эффективность проведения комплекса профилактических мероприятий (офтальмотренажа и физкультминуток) на уроках с использованием ЭСО (табл. 3).

После уроков, на которых проводились профилактические мероприятия, у учащихся улучшались показатели умственной и зрительной работоспособности. Так, интегральный показатель работоспособности классного коллектива (соотношение суммы «отличных» и «хороших» оценок УР к сумме «плохих» и «неудовлетворительных») увеличивался к концу урока, содержание которого включало офтальмотренаж и физкультминутки и, наоборот, уменьшался в «контрольном» классе. Кроме того, отмечено значимое уменьшение частоты различения отдельных световых мельканий у детей на уроке без профилактических мероприятий (с $31,55 \pm 0,31$ до $27,6 \pm 0,29$ Гц, $p < 0,05$), снижение объема аккомодации и, соответственно, увеличение коэффициента утомляемости цилиарной мышцы глаза.

Полученные данные о зависимости ФСО учащихся от учебной плотности урока, частоты смен видов учебной деятельности, наличия профилактических мероприятий на уроке (с учетом результатов ранее проведенных исследований [12, 13] по обоснованию регламентов использования ЭСО на уроках) позволили обосновать метод гигиенической оценки урока в условиях использования ЭСО.

Таблица 2

Относительный риск возникновения явного и выраженного утомления у школьников в зависимости от показателей организации урока

Показатель ФСО школьника	Показатель организации урока	RR	ДИ*	EF , %	Se	Sp
Сдвиги показателей УР, отражающие явное и выраженное утомление учащихся	Плотность урока более 90 %	3,34	2,47–4,49	57,3	0,46	0,94
	Более 7 смен видов учебной деятельности	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.

Таблица 3

Динамика ФСО учащихся на уроках с проведением профилактических мероприятий (офтальмотренажа и физкультминуток) и без таковых

Показатель	5–9-е классы				
	Уроки с проведением профилактических мероприятий		Уроки без проведения профилактических мероприятий		
	начало урока	конец урока	начало урока	конец урока	
Число исследований	199	199	197	197	
Количество просмотренных знаков, $M \pm m$	$296,7 \pm 2,3$	$304,7 \pm 2,1$	$301,7 \pm 2,5$	$282,6 \pm 3,1$	
Количество стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	$7,11 \pm 0,19$	$6,97 \pm 0,21$	$6,54 \pm 0,17$	$7,30 \pm 0,19$	
Интегральный показатель работоспособности, усл. ед	0,95	1,25	1,51	0,96	
Доля сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %		28,8		35,7	
КЧСМ	Кол-во исследований	100	98	57	56
	$M \pm m$, Гц	$26,8 \pm 0,21$	$26,4 \pm 0,22$	$31,5 \pm 0,31$	$27,6 \pm 0,29^*$
Аккомодация	Кол-во исследований	56	56	55	51
	Объем аккомодации, дптр	$13,9 \pm 0,30$	$13,5 \pm 0,30$	$14,2 \pm 0,30$	$12,8 \pm 0,30^{**}$
	Коэффициент утомляемости цилиарной мышцы глаза, %		+3,1		+9,7

Примечание: * $-p < 0,05$; ** $-p < 0,01$; УР – умственная работоспособность, КЧСМ – критическая частота слияния световых мельканий.

Относительный риск возникновения выраженного утомления учащихся в зависимости от гигиенической рациональности школьного расписания

Показатель ФСО школьника (исход)	Фактор учебного процесса	<i>RR</i>	ДИ	<i>EF</i>	<i>Se</i>	<i>Sp</i>
Сдвиги показателей УР, отражающие выраженное утомление учащихся	1. Несоответствие «кривой трудности» учебных предметов недельной динамике умственной работоспособности	2,13*	1,04–3,22	30,7	0,84	0,42
	2. Несоответствие «кривой трудности» учебных предметов дневной динамике умственной работоспособности	2,64*	2,13–3,27	53,3	0,29	0,96

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

Метод заключается в балльной оценке учебного занятия по следующим позициям:

1. Учебная плотность урока (не более 90 %).
2. Количество смен видов учебной деятельности (не более 7).
3. Длительность непрерывного использования ЭСО (согласно возрастным регламентам).
4. Длительность суммарного (за урок) использования ЭСО (согласно возрастным регламентам).
5. Наличие комплекса профилактических мероприятий.

По каждому пункту при соответствии гигиеническим рекомендациям ставится один балл, при несоответствии – 0 баллов. Согласно итоговому (суммарному) баллу уроку присваивается один из уровней гигиенической рациональности: гигиенически рациональный урок – 5 баллов; недостаточно рациональный – 3–4 балла (при этом каждый из показателей урока № 1, № 3, № 4 должны быть оценены в один балл); а гигиенически нерациональный урок – 2 балла и менее.

Данный метод гигиенической оценки урока рекомендуется использовать как образовательной организации (администрации, педагогам, медицинским работникам) для «самоаудита» учебного процесса с целью снижения его утомительного влияния на организм школьника, так и специалистам органов Роспотребнадзора в ходе надзорных мероприятий.

Важным компонентом организации учебного процесса является расписание уроков.

Оценена взаимосвязь между воздействием нерационально, с гигиенических позиций, составленным расписанием и исходами – количеством школьников со сдвигами УР, отражающими выраженное утомление к концу учебного дня: установлены значимые величины относительного риска (табл. 4). Этиологическая составляющая фактора – нерациональность дневного расписания – 53,3 %, что оценивается как высокая степень связи между фактором и исходом. Этиологическую составляющую фактора, отражающего нерациональность недельного расписания (30,7 %), оценили как «среднюю» степень связи между фактором и исходом.

Распространенность показателей выраженного утомления учащихся увеличивается при обучении на фоне нерационально построенного школьного расписания занятий (без использования обновленной «шкалы трудности» учебных предметов, созданной с учетом широкого применения ЭСО на уроках).

Выводы. Широкое внедрение в современное школьное обучение электронных средств обуславливает возникновение новых рисков здоровью учащихся. Гигиеническая оценка «цифрового» фактора школьной среды наряду с характеристиками самого электронного средства обучения, условий его размещения и т.п. подразумевает и анализ организации учебного процесса: урока, расписания.

Обоснована оптимальная, с физиолого-гигиенических позиций, структура урока с использованием ЭСО. Доказаны значимые риски увеличения показателей явного и выраженного утомления школьников при плотности урока, превышающей 90 % ($RR = 3,34$); частоте смен учебной деятельности более 7 ($RR = 2,5$) и подтверждена эффективность профилактических мероприятий на уроке. Предложенный метод гигиенической оценки урока позволит своевременно скорректировать его организацию.

Установлены значимые риски возникновения неблагоприятных сдвигов умственной работоспособности в динамике обучения на фоне нерационального (без учета трудности учебных предметов с использованием обновленных шкал) недельного и дневного школьного расписания ($RR = 2,13$ и $RR = 2,64$ соответственно).

Гигиеническая оптимизация урока и школьного расписания в условиях цифровой среды, в том числе с помощью предложенного методического инструментария, будет способствовать сохранению благоприятной динамики функционального состояния организма учащихся, снижению рисков развития переутомления в процессе обучения.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Кучма В.Р. Медико-профилактические основы здоровьесбережения обучающихся в Десятилетие детства в России // *Российский педиатрический журнал*. – 2018. – Т. 21, № 1. – С. 31–37.
2. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмцов П.И. Современные подходы к обеспечению гигиенической безопасности жизнедеятельности детей в гиперинформационном обществе // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. – 2016. – № 3. – С. 22–27.
3. Hoge E., Bickham D., Cantor J. Digital Media, Anxiety, and Depression in Children // *Pediatrics*. – 2017. – Vol. 140, № 2. – P. 76–80. DOI: 10.1542/peds.2016-1758G
4. Reciprocal Relationships between Trajectories of Depressive Symptoms and Screen Media Use during Adolescence / S. Houghton, D. Lawrence, S.C. Hunter, M. Rosenberg, C. Zadow, L. Wood, T. Shilton // *J. Youth. Adolesc.* – 2018. – Vol. 47, № 11. – P. 2453–2467. DOI: 10.1007/s10964-018-0901-y
5. The Relationship between the Duration of Playing Gadget and Mental Emotional State of Elementary School Students / A.S. Wahyuni, F.B. Siahaan, M. Arfa, I. Alona, N. Nerdy // *Open. Access. Maced. J. Med. Sci.* – 2019. – Vol. 7, № 1. – P. 148–151. DOI: 10.3889/oamjms.2019.037
6. Digital media may explain a substantial portion of the rise in depressive symptoms among adolescent girls: response to Daly / J.M. Twenge, T.E. Joiner, G. Martin, M.L. Rogers // *Clin. Psychol. Sci.* – 2018. – № 6. – P. 296–297. DOI: 10.1177/2167702618759321
7. Impact of frequency of internet use on development of brain structure and verbal intelligence: longitudinal analyses / H. Takeuchi, Y. Taki, K. Asano, M. Asano, Y. Sassa, S. Yokota, Y. Kotozaki, R. Nouchi, R. Kawashima // *Hum. Brain. Mapp.* – 2018. – Vol. 39, № 11. – P. 4471–4479. DOI: 10.1002/hbm.24286
8. Smahel D., Wright M., Cernikova M. The impact of digital media on health: children's perspectives // *Int. J. Public. Health.* – 2015. – Vol. 60, № 2. – P. 131–137. DOI: 10.1007/s00038-015-0649-z
9. Smartphone use can be addictive? A case report / A. Körmendi, Z. Brutóczy, B. Végh, R. Székely // *J. Behav. Addict.* – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. 548–552. DOI: 10.1556/2006.5.2016.033
10. Khundadze M., Geladze N., Kapanadze N. Impact of internet gambling on mental and psychological health of children of various ages // *Georgian. Med. News.* – 2017. – № 264. – P. 50–53.
11. Lissak G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study // *Environ. Res.* – 2018. – № 164. – P. 149–157. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.015
12. Singh M. Compulsive Digital Gaming: An Emerging Mental Health Disorder in Children // *Indian J. Pediatr.* – 2019. – Vol. 86, № 2. – P. 171–173. DOI: 10.1007/s12098-018-2785-y
13. Риски здоровью детей в «цифровой среде»: пути профилактики / Х.Х. Лавинский, Н.А. Грекова, И.В. Арбузов, Ю.Н. Полянская // *Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей*. – М., 2017. – Т. 1. – С. 508–511.
14. Полянская Ю.Н., Карпович Н.В., Грекова Н.А. Оценка риска использования технических средств информатизации школьниками // *Человек. Здоровье. Окружающая среда: сборник материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием*. – Минск, 2019. – С. 195–198.
15. Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Джуринська С.М. Особливості формування робочої пози школярів при роботі з різними типами комп'ютерної техніки // *Гігієна населених місць: Зб. наук. пр.* – Киев, 2014. – Т. 63. – С. 255–263.
16. Полька Н.С., Платонова А.Г., Яцковська Н.Я. Наукове обґрунтування гігієнічних регламентів використання планшетів та ноутбуків у школі // *Гігієна населених місць: Зб. наук. пр.* – Киев, 2015. – Т. 65. – С. 208–218.
17. Обоснование регламентов использования компьютеров с жидкокристаллическим монитором в процессе учебных занятий / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, Е.Д. Лапонова, Б.З. Воронова, И.П. Лашнева // *Гигиена и санитария*. – 2014. – Т. 93, № 1–С. 108–110.
18. 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 // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2015. – Т. 269, № 8. – С. 24–27.
20. Психолого-педагогические и соматические переменные в деятельности современной школы: эффекты кольцевой детерминации / под ред. С.Ю. Степанова. – М.: МГПУ, 2017. – 292 с.
21. Концепция совершенствования (модернизации) единой информационной образовательной среды, обеспечивающей реализацию национальных стратегий развития Российской Федерации (проект) / А.М. Кондаков, А.А. Вавилова, С.Г. Григорьев, В.В. Гришкун // *Педагогика*. – 2018. – № 4. – С. 98–125.
22. Громбах С.М. Психогигиена учебных занятий в школе // *Психогигиена детей и подростков* / под ред. Г.Н. Сердюковской, Г. Гельниц. – М., 1985. – С. 92–114.
23. Степанова М.И. Гигиеническая оценка трудности уроков в начальной школе // *Гигиена и санитария*. – 1984. – № 12. – С. 67–69.
24. Гребняк Н.П. Интегральная оценка трудности учебных предметов // *Гигиена и санитария*. – 2010. – Т. 89, № 1. – С. 73–75.

Александрова И.Э. Гигиеническая оптимизация учебного процесса в школе в условиях использования электронных средств обучения // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 47–54. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.05

UDC 613.955

DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.05.eng

Read
online

HYGIENIC OPTIMIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS AT SCHOOL INVOLVING MASSIVE USE OF ELECTRONIC LEARNING DEVICES

I.E. Aleksandrova

National Medical Research Center for Children's, 2 Bld., 1 Lomonosovskii Ave., Moscow, 119991, Russian Federation

Active use of electronic learning devices (ELD) in educational process increases its efficiency and makes knowledge more available to children; but at the same time it creates risks for schoolchildren's health. Intense visual and information loads can result in schoolchildren being over-exhausted.

Our research goal was to give scientific grounds for hygienic optimization of education process (a typical class and a schedule) that would allow preventing apparent exhaustion in schoolchildren studying in a digital environment.

To solve the fixed tasks, we applied hygienic, physiological and statistical research techniques. We analyzed factors occurring in school environment and components in education process structure; we examined parameters of body functional state (BFS) on a sampling made up of more than 600 schoolchildren attending 5–9th grades, namely, parameters that characterized their mental and visual working abilities.

Results were statistically processed with parametric and non-parametric analysis techniques. Relative risks of unfavorable outcomes in body functional state were calculated as per evidence-based medicine principles depending on how education process was organized (a structure of a class and classes schedules).

We developed methodical approaches to hygienically rational organization of a class and schedule provided that school environment was optimal (microclimate, luminance, electromagnetic fields, furniture in rooms, etc.) and electronic learning devices were applied according to age-related regulations.

Research results proved that implementation of suggested approaches would make for favorable dynamics of children's functional state as well as prevention of education-related diseases.

Key words: schoolchildren, digital environment, over-exhaustion, hygienic optimization, class, schedule, body functional state, prevention of education-related diseases.

References

1. Kuchma V.R. Medically-preventive foundations of health safety of pupils over the decade of childhood in Russia (2018–2027). *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal*, 2018, vol. 21, no. 1, pp. 31–37 (in Russian).
2. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Khramtsov P.I. Modern approaches to the support of the hygiene safety of children's life in hyperinformational society. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya*, 2016, no 3, pp. 22–27 (in Russian).
3. Hoge E., Bickham D., Cantor J. Digital Media, Anxiety, and Depression in Children. *Pediatrics*, 2017, vol. 140, no. 2, pp. 76–80. DOI: 10.1542/peds.2016-1758G
4. Houghton S., Lawrence D., Hunter S.C., Rosenberg M., Zadow C., Wood L., Shilton T. Reciprocal Relationships between Trajectories of Depressive Symptoms and Screen Media Use during Adolescence. *J. Youth Adolesc.*, 2018, vol. 47, no. 11, pp. 2453–2467. DOI: 10.1007/s10964-018-0901-y
5. Wahyuni A.S., Siahaan F.B., Arfa M., Alona I., Nerdy N. The Relationship between the Duration of Playing Gadget and Mental Emotional State of Elementary School Students. *Open Access Maced. J. Med. Sci.*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 148–151. DOI: 10.3889/oamjms.2019.037
6. Twenge J.M., Joiner T.E., Martin G., Rogers M.L. Digital media may explain a substantial portion of the rise in depressive symptoms among adolescent girls: response to Daly. *Clin. Psychol. Sci.*, 2018, no. 6, pp. 296–297. DOI: 10.1177/2167702618759321
7. Takeuchi H., Taki Y., Asano K., Asano M., Sassa Y., Yokota S., Kotozaki Y., Nouchi R., Kawashima R. Impact of frequency of internet use on development of brain structure and verbal intelligence: longitudinal analyses. *Hum. Brain. Mapp.*, 2018, vol. 39, pp. 4471–4479. DOI: 10.1002/hbm.24286
8. Smahel D., Wright M., Cernikova M. The impact of digital media on health: children's perspectives. *Int J. Public Health*, 2015, vol. 60, no. 2, pp. 131–137. DOI: 10.1007/s00038-015-0649-z
9. Körmendi A., Brutóczki Z., Végh B., Székely R. Smartphone use can be addictive? A case report. *J. Behav. Addict.*, 2016, vol. 5, no. 3, pp. 548–552. DOI: 10.1556/2006.5.2016.033
10. Khundadze M., Geladze N., Kapanadze N. Impact of internet gambling on mental and psychological health of children of various ages. *Georgian Med. News*, 2017, no. 264, pp. 50–53.

© Aleksandrova I.E., 2020

Irina E. Aleksandrova – Doctor of Medical Sciences, Chief researcher at the Laboratory for complex problems of children and teenagers hygiene (e-mail: accialex@yandex.ru; tel.: +7 (495) 917-10-60; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8664-1866>).

11. Lissak G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environ Res.*, 2018, vol. 164, pp. 149–157. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.015
12. Singh M. Compulsive Digital Gaming: An Emerging Mental Health Disorder in Children. *Indian J. Pediatr.*, 2019, vol. 86, no. 2, pp. 171–173. DOI: 10.1007/s12098-018-2785-y
13. Lavinskii Kh.Kh., Grekova N.A., Arbuzov I.V., Polyanskaya Yu.N. Riski zdorov'yu detei v «tsifrovoi srede»: puti profilaktiki [Risks for children's health in a «digital environment»: ways to prevent them]. *Rossiiskaya gigiena – razvivaya traditsii, ustremlyayemaya v budushchee: materialy XII Vserossiiskogo s"ezda gigienistov i sanitarnykh vrachei*. Moscow, 2017, vol. 1, pp. 508–511 (in Russian).
14. Polyanskaya Yu.N., Karpovich N.V., Grekova N.A. Otsenka riska ispol'zovaniya tekhnicheskikh sredstv informatizatsii shkol'nikami [Assessing risks related to use of technical informatization means by schoolchildren]. *Chelovek. Zdorov'e. Okruzhayushchaya sreda: sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Minsk, 2019, pp. 195–198 (in Russian).
15. Platonova A.G., Yatskovs'ka N.Ya., Dzhurins'ka S.M. Osoblivosti formuvannya robochoi pozi shkolyariv pri roboti z riznimi tipami komp'yuternoï tekhniki [Peculiarities related to formation of a working posture when computers are used by schoolchildren]. *Gigiena naselenikh mist': Zb. nauk. pr.* Kiev, 2014, vol. 63, pp. 255–263 (in Ukrainian).
16. Pol'ka N.S., Platonova A.G., Yatskovs'ka N.Ya. Naukove obruntuvannya higienichnikh reglamentiv vikoristannya planshetiv ta noutbukiv u shkoli [Scientific substantiation for hygienic standards when laptops and pads are used in schools]. *Gigiena naselenikh mist': Zb. nauk. pr.* Kiev, 2015, vol. 65, pp. 208–218 (in Ukrainian).
17. Stepanova M.I., Sazanyuk Z. I., Laponova E.D., Voronova B.Z., Lashneva I.P. Justification of regulations for the use of computers with LCD monitor during academic studies. *Gigiena i sanitariya*, 2014, no. 1, pp. 108–110 (in Russian).
18. Stepanova M.I., Alexandrova I.E., Sazanyuk Z.I., Voronova B.Z., Lashneva I.P., Shumkova T.V., Berezina N.O. Hygienic regulation of the use of electronic educational resources in the modern school. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 7, pp. 64–66 (in Russian).
19. Aleksandrova I.E. Optimization of the hygienic assessment of the educational timetable at school. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, vol. 269, no. 8, pp. 24–27 (in Russian).
20. Psikhologo-pedagogicheskie i somaticheskie peremennye v deyatelnosti sovremennoi shkoly: efekty kol'tsevoi determinatsii [Psychological-educational and somatic variables in activities performed at a modern school: effects produced by ring determination]. In: S.Yu. Stepanov ed. Moscow, MGPU Publ., 2017, 292 p. (in Russian).
21. Kondakov A.M., Vavilov A.A., Grigoriev S.G., Grishkun V.V. Kontseptsiya sovershenstvovaniya (modernizatsii) edinoi informatsionnoi obrazovatel'noi sredy, obespechivayushchei realizatsiyu natsional'nykh strategii razvitiya Rossiiskoi Federatsii (proekt) [A concept for updating (modernizing) a unified information educational environment that provides implementation of national strategies in the Russian Federation (draft)]. *Pedagogika*, 2018, no. 4, pp. 98–125 (in Russian).
22. Grombakh S.M. Psikhogigiena uchebnykh zanyatii v shkole [Psychological hygiene of school classes]. *Psikhogigiena detei i podrostkov*. In: G.N. Serdyukovskaya, G. Gel'nits eds. Moscow, 1985, pp. 92–114 (in Russian).
23. Stepanova M.I. Hygienic assessment of the difficulty of lessons in primary school. *Gigiena i sanitariya*, 1984, no. 12, pp. 67–69 (in Russian).
24. Grebnyak N.P. Integral assessment of subject difficulties. *Gigiena i sanitariya*, 2010, no 1, pp. 73–75 (in Russian).

Aleksandrova I.E. Hygienic optimization of educational process at school involving massive use of electronic learning devices. Health Risk Analysis, 2020, no. 2, pp. 47–54. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.05.eng

Получена: 13.02.2020

Принята: 09.06.2020

Опубликована: 30.06.2020