

УДК 613.95+371.5

В.Р. Кучма,

д.м.н., чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

М.И. Степанова,

д.м.н., профессор кафедры гигиены педиатрического факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

З.И. Сазанюк,

к.м.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Научный центр здоровья детей»

М.А. Поленова,

д.м.н., главный научный сотрудник ФГБНУ «Научный центр здоровья детей»

И.Э. Александрова,

к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории гигиены обучения и воспитания детей и подростков НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБНУ «Научный центр здоровья детей»

Н.О. Березина,

к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории гигиены обучения и воспитания детей и подростков НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБНУ «Научный центр здоровья детей»

А.Ю. Макарова,

к.м.н., доцент кафедры гигиены детей и подростков Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

V.R. Kuchma,

MD, corresp. member of RAS, head of the chair of hygiene of children and adolescents of the I.M. Sechenov First MSMU

M.I. Stepanova,

MD, prof. of the chair of hygiene of the Faculty of Pediatrics of the I.M. Sechenov First MSMU

Z.I. Sazanyuk,

PhD, leading researcher of the FSBSO «Scientific Center of Children's Health»

M.A. Polenova,

MD, chief researcher of the FSBSO «Scientific Center of Children's Health»

I.E. Aleksandrova,

PhD, leading researcher of the Laboratory of hygiene training and education of children and adolescents of the Research Institute of hygiene and health of children and adolescents of the FSBSO «Scientific Center of Children's Health»

N.O. Berezina,

PhD, senior researcher of the Laboratory of hygiene training and education of children and adolescents of the Research Institute of hygiene and health of children and adolescents of the FSBSO «Scientific Center of Children's Health»

A.Yu. Makarova,

PhD, associate prof. of the chair of hygiene of children and adolescents of the I.M. Sechenov First MSMU

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАНШЕТОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ УЧАЩИХСЯ

THE HYGIENIC ESTIMATION OF INFLUENCE OF TRAINING SESSIONS USING ELECTRONIC TABLET ON FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Владислав Ремирович Кучма, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков
Адрес: 105064, г. Москва, Малый Казенный пер., д. 5, стр. 5а
Телефон: 8 (495) 917-48-31
E-mail: kuchmavr@gmail.com
Статья поступила в редакцию: 28.04.2015
Статья принята к печати: 04.06.2015

CONTACT INFORMATION:

Vladislav Remirovich Kuchma, head of the chair of hygiene of children and adolescents
Address: 5a Maly Kazenny lane, Moscow, 105064
Tel.: 8 (495) 917-48-31
E-mail: kuchmavr@gmail.com
The article received: 28.04.2015
The article approved for publication: 04.06.2015

Аннотация. Использование современных электронных гаджетов приводит к высоким темпам работы, лучшему усвоению знаний, а также высокой степени подготовленности учащихся. Внедрение в образовательный процесс новых электронных средств обучения — ноутбуков, ридеров, электронных планшетов — требует обоснования их безопасности для здоровья обучающихся, а быстрая модернизация электронных гаджетов — оперативности этих исследований. Широкое использование информационных компьютерных технологий влечет возможные негативные последствия, связанные с вольным или невольным нарушением или пренебрежением пользователями безопасных режимов работы, которые необходимо соблюдать в процессе применения. Целью исследования было изучение влияния обучения с использованием электронных планшетов

в общеобразовательной школе на функциональное состояние учащихся. Исследования проводились в начале и конце уроков с применением электронных планшетов и без них у 235 школьников 7–8 классов. Анализ ответов реакций функциональных систем учащихся 7-х классов на различную организацию учебного процесса не только не выявил повышения утомительного влияния уроков, на которых использовались электронные планшеты, но и показал большую устойчивость у них к развитию утомления, чем на традиционных уроках, что объясняется гигиенически рациональной организацией урока при применении электронных средств обучения: оптимальная смена видов деятельности, плотность уроков 60–80%, общая продолжительность работы с планшетом за урок — не более 15 мин., непрерывная — не более 4-х мин. Учебные занятия с использованием электронного учебника для восьмиклассников оказались более утомительными, чем занятия без планшетов: к концу урока падали скорость и точность работы, интегральный показатель умственной работоспособности снижался в 3 раза, 51% учащихся заканчивали уроки с признаками явного и выраженного утомления. Утомительное влияние электронного планшета на функциональное состояние учащихся 8-х классов связано с рядом причин: высокой интенсивностью учебной работы с частой сменой видов учебной деятельности, особенностями адаптации учащихся не только к новому техническому средству обучения, но и к новому для них предмету, техническими трудностями при освоении электронного средства обучения. Для объективного суждения о влиянии электронных учебников на функциональное состояние организма учащихся необходимы более длительные (не менее учебного года) наблюдения.

Annotation. The use of modern electronic gadgets leads to high rates of work, better assimilation of knowledge and a high level of preparedness of students. Introduction in educational process of new e-learning-notebooks, tablets, e-readers require justification of their safety for health of pupils, and the rapid modernization of electronic gadgets, the speed of these studies. The widespread use of information technology has potential negative consequences associated with Freestyle or unwitting violation or disregard of user's safe modes that must be followed in the application. The purpose of the research was to study the influence of Tablet PC e-learning in secondary school on the functional state of the students. The study was conducted at the beginning and end of lessons using electronic tablets, and without them the 235 pupils of 7–8 classes. Analysis of the responses of the functional systems of the grade 7 students at different school organization not only not improved the tiring effects of lessons on using electronic tablets, but also showed greater resistance to fatigue from them than the traditional classroom because of hygienic management of lessons in applying e-learning: the optimal change of activity, the density of 60–80% of the lessons, the total duration of the work with the Tablet for the lesson—no more than 15 minutes continuous / no more than 4 minutes. Training using electronic textbook for eighth graders proved more arduous than classes without Tablet PC: by the end of the lesson, have dropped the speed and accuracy of work, IHI mental performance declined in 3 times, 51% of students complete lessons with explicit and visible fatigue. The influence of electronic tablet on tedious functional state of class 8 students due to a variety of reasons (high intensity training with frequent change of training), features of adaptation of pupils not only to new technical means of teaching, but also to the new subject, technical difficulties in the development of e-learning tools. For an objective judgement on the impact of electronic textbooks on the functional State of an organism students need longer (minimum school year) monitoring.

Ключевые слова. Учащиеся, учебное утомление, функциональное состояние организма, электронный планшет, функциональное состояние центральной нервной системы, интерактивные образовательные технологии, хронометраж.

Keywords. Students, school fatigue, functional state of the organism, digital writing tablet, the functional state of the central nervous system, interactive educational technology, running time.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее распространение получают интерактивные компьютерные технологии обучения. Использование современных электронных гаджетов в процессе учебной деятельности позволяет реализовать гораздо больший потенциал не только учителя, но и учащихся, т. к. зачастую скучные уроки приобретают новый смысл и мотивационная функция обучения возрастает практически в два раза, что приводит к высоким темпам работы, лучшему усвоению знаний, а также высокой степени подготовленности учащихся [1, 2].

Согласно новым Федеральным общеобразовательным стандартам, реализация которых начата в 2012 г., компьютеризация школы — основа модернизации всего обучения. Информационная компетентность — одно из приоритетных направлений современного образования. Процесс этот продолжительный, постепенный, требующий не только психолого-педагогического, но и гигиенического обеспе-

чения. От него, в конечном счете, во многом зависит решение проблемы организации безопасного для здоровья детей и подростков общения с компьютерной техникой. Возрастная граница первого опыта работы с компьютером существенно снизилась: значительная часть школьников, даже начальных классов, регулярно выходит в интернет, для многих подростков общение с компьютером становится одной из самых привлекательных сфер в качестве их будущей профессиональной деятельности.

Внедрение в образовательный процесс новых электронных средств обучения — ноутбуков, ридеров, электронных планшетов — требует обоснования их безопасности для здоровья обучающихся, а быстрая модернизация электронных гаджетов — оперативности этих исследований [3].

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практически нерегламентированное использование возможностей компьютерной техники в про-

цессе обучения формирует ряд проблем, связанных с его безопасностью для здоровья обучающихся. Как известно, длительная работа за компьютером приводит у большинства детей и подростков к накоплению зрительного и общего утомления, увеличению статических нагрузок и, как следствие, еще более выраженной гипокинезии [4]. Появление новых, многокомпонентных проблем, обусловленных широким использованием информационных компьютерных технологий, отмечают и педагоги. Результаты исследований в этой области [5–7] указывают на значительные трудности и возможные негативные последствия психолого-педагогического и медицинского характера, связанные с вольным или невольным нарушением или пренебрежением пользователями безопасных режимов работы, которые необходимо соблюдать в процессе применения средств информационных компьютерных технологий. По этой причине актуальными являются научные исследования медицинских проблем организации занятий детей с использованием средств информационных компьютерных технологий на всех уровнях системы образования: от дошкольных учреждений до высшей школы [8, 9].

ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практически все исследователи отмечают комплексный, сложный характер воздействия электронных средств обучения на организм детей и подростков. Сложность воздействия заключается в их противоположном влиянии на функциональное состояние центральной нервной системы школьников: с одной стороны, они могут быть утомительны из-за чрезмерной интенсификации умственной деятельности (при большом объеме информации, быстрой смене изображения, чрезмерной длительности и неблагоприятных условиях использования различных технических средств и др.), с другой, — могут повышать работоспособность учащихся благодаря образной, динамичной, яркой подаче учебной информации, снижению монотонности учебной деятельности, повышению мотивации к учебным занятиям [3, 4, 10]. Научно доказано, что электронные, как и другие технические средства обучения, применяемые в учебном процессе школы, при соблюдении гигиенических регламентов могут быть фактором повышения уровня функционального состояния и установления благоприятной динамики работоспособности, а также успешности обучения учащихся, т. е. *одним из факторов первичной профилактики неблагоприятного воздействия образовательной среды на организм учащихся* [11–13].

Таким образом, появление новых электронных образовательных ресурсов, которые существенно

меняют характер учебного процесса, вносят в него новые риски для здоровья растущего организма, ставят перед гигиенистами задачу научного обоснования безопасных условий их использования. Актуализируют решение этой проблемы и требования современного санитарного законодательства. Согласно п. 2 ст. 28 ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «использование технических, аудиовизуальных и иных средств воспитания и обучения, осуществляется при условии их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям».

Цель исследования: изучить влияние обучения с использованием электронных планшетов в общеобразовательной школе на функциональное состояние (ФСО) учащихся.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение влияния электронных планшетов на функциональное состояние организма школьников проводилось в условиях естественного гигиенического эксперимента в общеобразовательной школе г. Москвы на уроках истории в 7–8-х классах. Под наблюдением находилось 235 учащихся 9-ти классных коллективов. Все учащиеся имели персональные планшеты. Для проведения исследований были оформлены (родителями учащихся) информированные согласия. Исследования были проведены в начале учебного года (октябрь) практически одновременно с началом педагогического эксперимента по использованию электронных учебников. На уроках использовались электронных планшеты «Samsung» с операционной системой «Android», с диагональю 10", размером экрана 2560x1600, весом 547 г.

Учебные помещения, где проходили занятия, были оборудованы интерактивной доской «SMART», прямой проекции диагональю 77", размером интерактивной поверхности 1565x1172 мм.

Для изучения влияния учебного процесса на ФСО школьников применялся комплекс гигиенических, физиологических, психофизиологических и статистических методов исследования. Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе на протяжении одной недели учащиеся в учебном процессе использовали планшеты (по 2 урока в неделю в каждом классе). На следующей неделе (2-й этап работы) на этих же уроках та же группа обследуемых работала без планшета (контроль).

Исследования ФСО учащихся проводились в начале и конце уроков с применением электронных планшетов и без них.

Динамика функционального состояния ЦНС оценивалась с помощью корректурной пробы, позволяющей судить об умственной работоспособно-

сти, а именно об объеме выполненной работы, что при постоянном времени ее выполнения указывает на ее скорость, и количестве ошибок, что в пересчете на объем выполненной работы характеризует ее точность. Статистическая обработка результатов выполнения корректурных проб выполнялась с помощью специальной компьютерной программы.

Метод изучения «Критической частоты слияния световых мельканий» (КЧСМ) характеризует состояние центрального звена зрительного анализатора, тесно связанного с функциональным состоянием ЦНС, а также степень утомления в зависимости от предъявляемой глазу нагрузки (в нашем случае — учебной). Для изучения КЧСМ учащихся был использован аппарат «Свето-тест».

Для комплексной оценки психофизиологических свойств и функций организма учащихся в процессе уроков также использовался компьютерный комплекс «НС — Психотест». Комплекс позволяет дать разноуровневую, мультипараметрическую характеристику состояния организма, реализует возможность регистрации и анализа вегетативных и эмоциональных реакций при проведении тестирования, что позволяет оценить физиологическую цену изучаемой деятельности ребенка, уровень его адаптивных возможностей к нагрузкам. Для решения поставленных задач была выбрана следующая психофизиологическая методика: реакция на движущийся объект (РДО). РДО представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции, включающей помимо сенсорного и моторного периодов период обработки сенсорного сигнала центральной нервной системой. Данная методика позволяет измерить уравновешенность нервных процессов, т. е. степень сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе их проявления.

Эмоциональное состояние учащихся изучалось методом цветописы [14], позволяющим оценить не только эмоциональное состояние каждого ученика, но и общую эмоциональную атмосферу коллектива за определенный период времени.

С помощью методики хронометражных наблюдений определяли количество видов учебной деятельности, степень интенсификации. Для этого вычисляли плотность занятия — отношение времени, в течение которого учащийся занят учебной работой, ко всей продолжительности занятия, выраженное в процентах. К времени учебного труда относится время, затрачиваемое на выполнение задания, слушание объяснения педагога, выполнение учебных заданий, наблюдение за показом информации на средствах информационно-компьютерных технологий.

Замеры освещенности поверхности рабочих мест учащихся осуществлялись прибором «ТКА-ПКМ»/02 (люксметр).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка светового режима в учебных кабинетах химии и истории показала, что уровни совмещенного освещения на рабочих местах находятся в диапазоне оптимальных значений 320—410 лк.

По данным хронометражных наблюдений было установлено, что суммарная продолжительность работы учащихся с планшетом на уроках составила в 7-х классах от 8 до 15 мин., а в 8-х классах — от 5 до 16 мин., непрерывная продолжительность работы с планшетом школьников не превышала 4-х мин. Интерактивная доска использовалась на всех уроках в 7-х как на первом, так и на втором этапах исследований. Общее время ее использования не превышало 12 мин., а непрерывное — 3—4 мин.

Хронометраж учебной деятельности на уроках истории с использованием электронного учебника и без него показал, что построение уроков было гигиенически рациональным. На это указывает величина плотности уроков, которая колебалась от 70% до 80%, а также количество видов учебной деятельности, которые сменялись за урок от 4-х до 7-ми раз.

Сравнительный анализ результатов исследования ФСО учащихся 7-х классов в оба периода наблюдений (уроки с планшетом и без него) выявил более благоприятные показатели изучаемых систем на уроках с использованием планшетов. К концу урока с планшетом у учащихся снижался только один показатель умственной работоспособности — скорость выполнения задания, при сохранении точности его выполнения. Так, семиклассники до урока просматривали в тестах 356,9 знаков, а после него существенно меньше: 321 знак ($p < 0,01$), — при этом они делали в работах практически одинаковое число ошибок как до, так и после урока. Интегральный показатель умственной работоспособности, учитывающий одновременно скорость и точность выполнения тестов, практически оставался на одном уровне (1,14 усл. ед. и 1,02 усл. ед.), и его значение не было ниже порогового уровня (1 усл. ед.). На 2-м этапе исследований (уроки без использования планшетов) у семиклассников при незначительном снижении скорости выполнения тестов (с 331,2 в начале урока до 319 — в конце) число ошибок после урока существенно возрастало (6,7 против 5,6; $p < 0,001$). При этом значение интегрального показателя умственной работоспособности в динамике урока снижалось более чем в 2 раза (с 1,39 до 0,63 усл. ед. после урока), но и было ниже допустимого уровня — 37%. На 1-й неделе уроки с использованием планшетов заканчивали с признаками явного и выраженного утомления более трети учащихся (39,6%), на 2-й неделе таких школьников было несколько больше

(45,8%), что в целом превышало популяционные значения (30%).

Результаты изучения психоэмоционального состояния семиклассников на 1-м и 2-м этапах исследований не выявили существенных изменений в показателях ни в динамике урока, ни при работе с планшетом или без него. Так, заканчивали урок с тревожными проявлениями в эмоциональной сфере 23,3% учащихся, работавших с планшетами, и 25,2% учащихся на 2-м этапе, что соответствует популяционным значениям (25%).

Изучение функционального состояния центрального звена зрительного анализатора при работе с планшетами не выявило у обучающихся изменений значения КЧСМ (35,5 Гц в начале урока и 35 Гц после урока). На традиционных уроках изменений этого показателя у школьников от начала к концу урока также не регистрировалось (32,8 Гц и 32,9 Гц соответственно).

Таким образом, сравнительный анализ ответных реакций учащихся 7-х классов на различную организацию учебного процесса не только не выявил повышения утомительного влияния уроков, на которых использовались электронные планшеты, но и показал большую устойчивость у них к развитию утомления, чем на традиционных уроках. Эти результаты подтверждают полученные ранее научные данные о том, что технические средства обучения при гигиенически рациональном их применении способствуют оптимизации функционального состояния и установления благоприятной динамики работоспособности [4, 12, 15].

Аналогичные исследования проводились и в 8-х классах. В отличие от семиклассников, учебные занятия с использованием электронного учебника для восьмиклассников оказались более утомительными, чем занятия без планшетов (табл. 1).

После занятий с электронным учебником несколько снижался (на уровне тенденции) скоростной показатель умственной работоспособности (количество просмотренных знаков) и подростки делали больше ошибок в тестах, чем до урока ($p < 0,001$). Интегральный показатель умственной работоспособности в конце урока не только снижался в 3 раза по сравнению с таковым в начале урока (0,42 у. е. против 1,25 у. е.), но и его значение было в 2 раза ниже порогового уровня. Кроме того, половина восьмиклассников заканчивала уроки с признаками явного и выраженного утомления (51,1%), а значение КЧСМ, отражающего лабильность центрального звена зрительного анализатора, существенно снижалось к концу урока ($p < 0,05$). Дискомфортные, тревожные проявления в эмоциональной сфере регистрировались у 24,9% восьмиклассников, что не превышает популяционные результаты исследования психоэмоционального состояния подростков московских школ (25%).

Таблица 1.

Динамика показателей функционального состояния организма учащихся 8-х классов на уроках с использованием планшетов

ПОКАЗАТЕЛИ	В начале урока	В конце урока
Количество исследований	215	215
Скорость работы (количество просмотренных знаков, $M \pm m$)	377,3 \pm 5,43	364,1 \pm 4,99
Точность работы (кол-во стандартизированных ошибок на 500 знаков, $M \pm m$)	4,76 \pm 0,15	6,49 \pm 0,17***
Коэффициент «П», усл. ед.	1,25	0,42
Кол-во сдвигов УР с выраженным утомлением, %	—	51,1 \pm 3,4
Эмоциональное состояние:		
- количество радостных эмоциональных состояний, %	49,3 \pm 4,8	49,8 \pm 3,4
- количество спокойных эмоциональных состояний, %	25,8 \pm 3,4	25,3 \pm 3,4
- кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	24,9 \pm 3,4	24,9 \pm 3,4
- кол-во исследований	213	217
КЧСМ:		
- критическая частота слияний мельканий (КЧСМ) в Гц	34,9 \pm 0,25	33,9 \pm 0,34*
- кол-во измерений	150	150

Примечания: * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Известно, что большое влияние на развитие зрительного утомления, наряду с продолжительностью работы с монитором компьютера или экраном планшета, оказывает и частая переадаптация глаз, которая обусловлена различным расположением объектов зрительной работы (от 30 см до 2 м). Учащимся в процессе зрительной работы на уроке приходилось менять направление взгляда с экрана планшета на тетрадь, на интерактивную доску, на традиционную доску и на традиционный учебник, а затем вновь на экран планшета.

Выполненные хронометражные наблюдения подтвердили повышенную интенсивность учебной работы восьмиклассников, поскольку они выявили очень высокую плотность уроков. Она превышала рекомендуемые нормативы и достигала 90% вместо нормируемых 60–80%. На уроках чередовались 6 видов учебной деятельности: работа с планшетом, объяснение, опрос, запись в тетрадь, чтение с интерактивной доски, чтение с традиционной доски, которые сменялись 14–18 раз за урок. Все это приводило к интенсификации учебного процесса и являлось одним из главных факторов его утомительности.

Результаты исследования ФСО восьмиклассников на 2-м этапе, когда в учебном процессе не использовался электронный учебник, выявили

несколько иную картину в поурочной динамике изучаемых показателей. Так, оба показателя умственной работоспособности (скорость и точность) у восьмиклассников были практически на одном уровне — как в начале, так и в конце урока (табл. 2).

Таблица 2.

Динамика показателей функционального состояния организма учащихся 8-х классов на уроках без использования планшетов

ПОКАЗАТЕЛИ	В начале учебного дня	В конце учебного дня
Количество исследований	207	207
Скорость работы (количество просмотренных знаков, $M \pm m$)	364,4 \pm 5,48	353,5 \pm 5,73
Точность работы (кол-во стандартизированных ошибок на 500 знаков, $M \pm m$)	6,5 \pm 0,18	6,7 \pm 0,18
Коэффициент «П», усл. ед.	0,98	0,79
Кол-во сдвигов УР с выраженным утомлением, %	—	31,3 \pm 3,3
Эмоциональное состояние:		
- кол-во радостных эмоциональных состояний, %	47,4 \pm 3,4	48,6 \pm 3,4
- количество спокойных эмоциональных состояний, %	21,9 \pm 3,4	17,8 \pm 3,3
- кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	30,7 \pm 3,2	33,8 \pm 3,1
- кол-во исследований	215	214
КЧСМ:		
- критическая частота слияний световых мельканий в Гц	34,4 \pm 0,36	33 \pm 0,36*
- кол-во измерений	159	159

Примечание: * $p < 0,05$

Значение интегрального показателя умственной работоспособности в начале урока фактически соответствовало пороговому уровню и составило 0,98 усл. ед. В конце урока он снизился только на

24% и был ниже его пороговой величины. Вместе с тем, работая на несколько сниженном уровне умственной работоспособности, учащиеся меньше уставали. Об этом свидетельствует тот факт, что только 31,3% учащихся заканчивали урок с признаками явного и выраженного утомления, что практически совпадает с популяционным значением этого показателя у школьников — 30%. Однако физиологическая стоимость поддержания высокого уровня умственной работоспособности в динамике урока была достаточно высока, что подтвердили результаты исследования лабильности центрального звена зрительного анализатора. Значение КЧСМ у восьмиклассников в конце урока было достоверно ниже, чем в начале ($p < 0,05$).

Следует отметить, что у трети учащихся регистрировались дискомфортные эмоциональные и тревожные состояния, что превышает популяционные значения (25%). Полученные результаты, возможно, обусловлены тем, что на этих уроках проводились заключительные контрольные работы, завершающие учебную четверть, выполнение которых было сопряжено с выраженным напряжением учащихся.

От начала к концу занятий, на которых использовали планшет, в 2,2 раза уменьшалась доля детей с неуравновешенностью нервных процессов с преобладанием силы возбуждения в 6 раз ($p < 0,001$), увеличивалось количество школьников, имеющих низкую вероятность ошибки, т. е. низкую энтропию ($p < 0,05$). При этом в динамике занятий без применения планшета число таких детей несколько уменьшалось, а также отсутствовали значимые различия в количестве реакций опережения и запаздывания к концу уроков (табл. 3).

Результаты проведенных исследований РДО свидетельствуют об отсутствии возбуждающего влияния работы с планшетом на уроке на центральную нервную систему учащихся, даже наоборот — отражают снижение числа детей с преобладанием про-

Таблица 3.

Характеристика степени сбалансированности нервных процессов учащихся 8-х классов на уроках (по показателю РДО)

Наличие планшета на уроке	Время проведения исследования	Соотношение реакций опережения (О) и запаздывания (З), (%)			Кол-во детей, имеющих низкий показатель энтропии (низкая вероятность ошибки), %
		Преобладание силы возбуждения (О>З)	Преобладание силы торможения (О<З)	Уравновешенность нервных процессов (О=З)	
Без планшета	В начале урока n=65	13,8	61,5	24,6	9,2
	В конце урока n=63	9,5	65,1	25,4	3,2
С использованием планшета	В начале урока n=61	25*	50	25,0	1,6**
	В конце урока n=61	11,5*	55,7	32,8	9,8**

Примечания: ** — различия достоверны, $p < 0,001$; * — различия достоверны, $p < 0,05$

цессов возбуждения центральной нервной системы; происходит некоторая активация учебной деятельности школьников, концентрация их внимания, большая собранность.

Более выраженное утомление учащихся 8-х классов под влиянием уроков, на которых использовались электронные планшеты, мы связываем не только с использованием нового электронного средства обучения, но и с рядом других причин. Во-первых, интенсификация учебной работы на этих уроках была очень высокой с частой сменой видов учебной деятельности. Более высокая интенсивность учебной работы также обусловлена использованием на уроках сразу двух видов электронных средств обучения — электронной доски и планшета. Как показали наши предыдущие исследования, их сочетанное использование приводит к более выраженному утомлению учащихся [15]. Во-вторых, как показали наши наблюдения, освоение электронных планшетов нередко сопровождалось определенными техническими трудностями, отсутствием необходимых учебных материалов в электронной версии учебника, что вынуждало учащихся прибегать к традиционному учебнику. В-третьих, время проведения исследований совпало с периодом адаптации учащихся не только к новому техническому средству обучения, но и, в отличие от семиклассников, к новому учебному предмету (химии), требованиям нового для них педагога. По данным гигиенических исследований [12, 16, 17], уроки, связанные с изучением новых предметов, как правило, оказывают более выраженное утомительное влияние на учащихся, чем уроки по тем предметам, изучение которых проводится не первый год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гигиеническая оценка влияния образовательной деятельности с применением планшетов на функциональное состояние учащихся 7–8-х классов показала, что утомительность учебных занятий с применением электронных версий школьных учебников по истории (7-й класс) и химии (8-й класс) зависит не столько от продолжительности их использования, сколько от степени интенсификации учебной работы, степени новизны учебного материала. Указанные факторы, а также использование двух электронных средств обучения — планшета и интерактивной доски, обусловили более выраженное утомление учащихся 8-х классов под влиянием уроков (по сравнению с традиционными уроками).

Оценка учебных занятий с применением электронных планшетов в 7-х классах показала, что при гигиенически рациональной организации урока (оптимальная смена видов деятельности, плотность уроков 60–80%, общая продолжительность работы с планшетом за урок — не более 15 мин., непре-

рывная — не более 4-х мин.), их утомительность не только менее выражена, чем при традиционных, но и способствует более благоприятной динамике показателей функционального состояния центральной нервной системы и психоэмоционального состояния учащихся.

Для объективного суждения о влиянии электронных учебников на функциональное состояние организма учащихся необходимо продолжить динамические (не менее учебного года) наблюдения, которые позволят обосновать безопасные регламенты их использования, а также гигиенические требования к шрифтовому оформлению электронных учебников в зависимости от возраста учащихся.

Список литературы:

1. Сидоренко Е.И. Проблемы и перспективы детской офтальмологии: Доклад по охране зрения детей // *Вестник офтальмологии*. 2006; 1: 41–42.
[Sidorenko E.I. Problems and prospects of pediatric ophthalmology: Report on the protection of children // *Vestnik oftalmologii*. 2006; 1: 41–42.]
2. Текшева Л.М., Элькснина Е.В., Перминов М.А. Гигиенические аспекты использования компьютерных средств обучения в системе общего образования // *Гигиена и санитария*. 2007; 4: 65–69.
[Teksheva L.M., Elksnina E.V., Perminov M.A. Hygienic aspects of the use of learning software in general education // *Gigiena i sanitariya*. 2007; 4: 65–69.]
3. Текшева Л.М., Курганский А.М., Петренко А.О. Гигиеническое обоснование использования ридеров в старшей школе // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2015; 1: 40–43.
[Teksheva L.M., Kurgansky A.M., Petrenko A.O. Hygienic substantiation of readers in high school // *Voprosy shkolnoy i universitetskoj meditsiny i zdorovya*. 2015; 1: 40–43.]
4. Кучма В.Р. Безопасность для детей современных информационно-коммуникационных технологий: состояние, гигиенические проблемы и пути их решения // *Школа здоровья*. 2010; 2: 3–6.
[Kuchma V.R. Security for children of modern information and communication technologies: the state of hygienic problems and their solutions // *Shkola zdorovya*. 2010; 2: 3–6.]
5. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Степанова М.И., Текшева Л.М. Медико-профилактические основы безопасности использования информационно-коммуникационных технологий в образовательных учреждениях // *Вестник РАМН*. 2010; 6: 18–21.
[Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Stepanova M.I., Teksheva L.M. Medical and preventive security framework of using information and communication technologies in educational institutions // *Vestnik RAMN*. 2010; 6: 18–21.]
6. Куклеев В.А. Электронное обучение с помощью мобильных устройств в любое время и в любом месте. Монография. Ульяновск. 2009.

- [Kukleev V.A. E-learning using mobile devices anytime, anywhere. Monograph. *Ulyanovsk*. 2009.]
7. Волкова Л.П. О профилактике близорукости у детей // *Вестник офтальмологии*. 2006; 2: 24–27.
[Volkova L.P. On prevention of myopia in children // *Vestnik oftalmologii*. 2006; 2: 24–27.]
 8. Галимзянова Г.З., Гурьева М.Э. Факторы, способствующие формированию миопии у школьников // *Российский педиатрический журнал*. 2012; 2: 47–51.
[Galimzyanova G.Z., Guryleva M.E. Factors contributing to the formation of myopia in schoolchildren // *Rossiysky pediatrichesky zhurnal*. 2012; 2: 47–51.]
 9. Kormas G., Critselis E., Janikian M., Kafetzis D., Tsitsika A. Risk factors and psychosocial characteristics of potential problematic and problematic internet use among adolescents: A cross-sectional study // *BMC Public Health* 2011; 11: 595.
 10. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. и др. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях: руководство для врачей. М. «ГЭОТАР-Медиа». 2008. 432 с.
[Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M. et al. Assessment of children's health. New approaches to preventive and promotive work in educational institutions: a guide for doctors. M. «GEOTAR-Media». 2008. 432 p.]
 11. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Поленова М.А. и др. Здоровьесберегающие возможности педагогических технологий // *Гигиена и санитария*. 2012; 2: 52–55.
[Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Polenova M.A. et al. Health-keeping possibilities of educational technologies // *Gigiena i sanitariya*. 2012; 2: 52–55.]
 12. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Поленова М.А. и др. Резервы здоровьесбережения учащихся в современной школе // *Российский педиатрический журнал*. 2011; 6: 37–40.
[Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Polenova M.A. et al. Health-keeping possibilities of pupils in modern school // *Rossiysky pediatrichesky zhurnal*. 2011; 6: 37–40.]
 13. Кучма В.Р., Степанова М.И., Текшева Л.М. Гигиеническая безопасность использования компьютеров в обучении детей / Под ред. В.Р. Кучмы. М. «Просвещение». 2013. 224 с.
[Kuchma V.R., Stepanova M.I., Teksheva L.M. Hygienic safety of the use of computers in teaching children / Ed. by V.R. Kuchma. M. «Prosveshchenie». 2013. 224 p.]
 14. Руководство по диагностике и профилактике школьно обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях / Под ред. В.Р. Кучмы и П.И. Храмова. М. *НИЦЗД РАМН*. 2012. 181 с.
[Guidelines for the diagnosis and prevention of school-related diseases, improvement of children in educational institutions / Ed. by V.R. Kuchma, P.I. Khramtsov. M. *SCCH RAMS*. 2012. 181 p.]
 15. Степанова М.И., Александрова И.Э., Сазанюк З.И., Воронова Б.З. Обоснование гигиенических требований к использованию интерактивной доски в учебном процессе // *ЗНУСО*. 2014; 5: 12–14.
[Stepanova M.I., Aleksandrova I.E., Sazanyuk Z.I., Voronova B.Z. Substantiation of hygienic requirements for the use of interactive whiteboards in the teaching process // *ZNiSO*. 2014; 5: 12–14.]
 16. Stepanova M., Sazanyuk Z., Alexandrova I., Lashneva I., Shumkova T. Pros and cons of e-learning // The 4th European Conference on health promoting schools—Equity, Education and Health – 7–9 October 2013, *Odense, Denmark*: 307–308.
 17. Поленова М.А., Сазанюк З.И., Шумкова Т.В. О реализации комплексного подхода к оптимизации обучения в условиях повышенной образовательной нагрузки // *ЗНУСО*. 2012; 11(236): 42–44.
[Polenova M.A., Sazanyuk Z.I., Shumkova T.V. On the implementation of an integrated approach to optimizing learning in high educational load // *ZNiSO*. 2012; 11(236): 42–44.]