

Федеральное государственное автономное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

*На правах рукописи*

**АЛЕКСАНДРОВА**  
**Ирина Эрнстовна**

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

14.02.01 – Гигиена

Диссертация  
на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Научный консультант:  
доктор медицинских наук, профессор  
**Степанова Марина Исааковна**

Москва – 2018

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>Глава 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)</b> .....	<b>16</b>
<b>Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ)</b> .....	<b>36</b>
<b>Глава 3. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДОСКИ НА УРОКАХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ</b> .....	<b>48</b>
3.1. Гигиеническая характеристика интерактивных досок и условий их использования в учебном процессе.....	49
3.2. Изучение влияния использования интерактивной доски на уроках на самочувствие, мотивацию, жалобы учащихся и педагогов (результаты анкетирования) .....	51
3.3. Оценка влияния учебных занятий с использованием интерактивной доски на функциональное состояние организма младших школьников.....	53
3.4. Оценка влияния учебных занятий с использованием интерактивной доски на функциональное состояние организма школьников средних классов.....	69
<b>Глава 4. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ</b> .....	<b>74</b>
4.1. Гигиеническое обоснование регламентов безопасного использования в учебном процессе персональных компьютеров с жидкокристаллическим монитором.....	74
4.2. Гигиеническая регламентация использования ноутбуков на уроках в начальной школе .....	89
4.3. Регламентация одновременного использования интерактивной доски и ноутбука на уроках в начальной школе .....	97
<b>Глава 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ</b> .....	<b>100</b>
5.1. Обоснование гигиенически рациональной организации урока с использованием электронных средств обучения.....	100
5.2. Разработка метода гигиенической оценки урока в условиях цифровой среды.....	107
5.2.1. Разработка и определение эффективности скрининга гигиенической оценки урока .....	107
5.2.2. Разработка метода гигиенической оценки урока и результаты его апробации....	110

5.3. Оптимизация методического подхода к составлению и оценке расписания уроков.....	113
5.3.1. Значение школьного расписания в формировании утомления учащихся .....	113
5.3.2. Анализ факторов, формирующих утомительность урока в современной школе	115
5.3.3. Разработка шкалы трудности учебных предметов и обоснование методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания .....	119
5.3.4. Гигиеническая оценка расписаний занятий в общеобразовательных школах (апробация электронного методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания).....	123
5.3.5. Влияние различных вариантов учебного расписания на формирование утомления учащихся .....	128
5.4. Взаимосвязь показателей функционального состояния организма учащихся и организации учебного процесса с использованием электронных средств обучения .....	130
<b>Глава 6. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ.....</b>	<b>137</b>
6.1. Обоснование гигиенических принципов организации учебного процесса в условиях цифровой образовательной среды .....	137
6.2. Технология обеспечения безопасных условий обучения школьников в цифровой образовательной среде .....	139
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>143</b>
Выводы .....	159
Практические рекомендации.....	164
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>165</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>166</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>193</b>
Приложение А Анкета для педагогов .....	193
Приложение Б Анкета для учащихся .....	194
Приложение В Анкета для оценки гигиенической рациональности школьного урока.....	195
Приложение Г Анкеты для определения трудности учебных предметов в условиях цифровой среды .....	196

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

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

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

том, что эти факторы являются наиболее управляемыми, и их оптимизация не требует особых материальных затрат. Вместе с тем, по данным Роспотребнадзора за последние годы максимальный рост нарушений гигиенических требований в общеобразовательных школах выявлен именно в организации процесса обучения [Молдованов В. В., Сафонкина С. Г., 2014; Рябенко Т. П., 2015; Сафонкина С. Г., 2016; и др.].

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

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

В этой связи отличительной особенностью современного школьного обучения является широкомасштабное использование технических средств обучения нового поколения – электронных (цифровых) средств обучения, работающих на основе компьютерной, телекоммуникационной техники и применяемых непосредственно в обучении школьников.

Эти средства принципиально меняют характер учебной деятельности школьников, способствуют повышению эффективности образования, открывают

практически безграничные возможности для доступа к информации, ее визуализации.

Массовое применение цифровых технологий в образовательном процессе способствует формированию, так называемой, интегрированной цифровой среды, которая характеризуется наряду с насыщением образовательной среды цифровым оборудованием созданием единого открытого информационно-образовательного пространства школы и свободного доступа к образовательным ресурсам, в котором происходит формирование у учащихся качеств и умений XXI века, таких, как медиаграмотность, умение мыслить глобально, способность к решению креативных задач. Отмечаются высокая активность, повышенный интерес и вовлеченность школьников за счет интерактивности, геймификации процесса образования. Визуальная стимуляция способствует непроизвольному запоминанию учащихся, выработке навыков и компетенций на основе мгновенной обратной связи [Долян Е. И., 2013; Кондаков А. М., 2013, 2016; Укенов Н. К., Чугунова А. А., 2015; Коверина Д. И., 2017, Степанов С. Ю., Рябова И. В., Соболевская Т. А. с соавт., 2017; Кондаков А. М., Вавилова А. А., Григорьев С. Г. с соавт., 2018; и др.].

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

### **Степень разработанности темы исследования**

В гигиене детства на протяжении десятилетий проводились исследования, касающиеся изучения процесса обучения в школе, нормирования трудности учебных занятий, их утомительности, построения урока и учебного расписания, использования технических средств обучения [Усищева Ц. Л., 1977, Громбах С. М., 1985; Агарков В. И., 1987, Глушкова Е. К., 1983; Степанова М. И., 1984–2003, Федорцева М. Б., 2007; Гребняк Н. П., Щудро С. А., 2010; Поленова М. А., 2013;

Кучма В. Р., Степанова М. И., Текшева Л. М., 2013; Польша Н. С., 2013, Титова Ю. В., Транковская Л. В., Шепарев А. А. с соавт., 2014; Ткачук Е. А., 2015, Ефимова Н. В., Мыльникова И. В., Барсем М. И., Нехудова С. Б., 2016; Lai H.-R., Chou W.-L., 2015; Sundaravadhanan G., Selvarajan H. G., McPherson B., 2017; и др.].

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

Решение проблем управления здоровьем обучающихся в условиях современной цифровой среды диктует необходимость выявления причинно-следственных связей между значимыми факторами школьной среды и показателями функционального состояния организма и здоровья на основе системного подхода и количественного измерения риска [Богомолова Е. С., Кузмичев Ю. Г., Писарева А. Н., 2017; Суворова А. В., Якубова И. Ш., Масленникова М. М., 2017, Пахтусова Е. А., 2017; Зайцева Н. В., Устинова О. Ю., Лужецкий К. П. с соавт., 2017; и др.].

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

Все это обуславливает актуальность разработки и обоснования современных подходов к обеспечению гигиенической безопасности жизнедеятельности детей в процессе обучения, предусматривающих, в том числе, физиолого-

гигиеническую оценку влияния на организм детей использования современных электронных средств обучения.

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

### **Задачи исследования**

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

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

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

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

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



## **Научная новизна и теоретическая значимость работы**

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

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

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

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

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

## **Практическая значимость работы**

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

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

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

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

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

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

### **Положения, выносимые на защиту**

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

тенсификация учебной деятельности обуславливает негативную динамику ФСО учащихся.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Результаты исследования включены в учебный процесс кафедры гигиены детей и подростков педиатрического факультета ФГАОУ ВП Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова (протокол № 3 от 28.02.2018).

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

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: III Всероссийском конгрессе с международным участием по школьной и университетской медицине (Россия, Москва, 25–27.02.2012); XI съезде гигиенистов и санитарных врачей «Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ» (Россия, Москва, 29–30.03.2012); 4-м Европейском Конгрессе Школ, содействующих здоровью «Равенство, образование и здоровье» (Дания, Оденсе, 7–9.10.2013); Межрегиональном семинаре-совещании «Школа – территория современного образования и формирования здоровья (Россия, Москва 26.02.2014); IV Всероссийском конгрессе с международным участием по школьной и университетской медицине (Россия, С.-Петербург, 15–16.05.2014); III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новой школе – здоровые дети» (Россия, Воронеж, 23–25.10.2014.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся в образовательных организациях: проблемы, пути решения и технологии обеспечения» (Россия, Москва, 24–25.11.2015); IV международной научно-практической конференции «С новыми образовательными технологиями к новым образовательным результатам: международный опыт и лучшие российские практики (Строим школу XXI века: мобильное образование в мобильном мире)» (Россия, Москва, 14–15.04.2016); научно-практической конференции «Актуальные вопросы школьной медицины в Арктическом регионе» (Россия, Новый Уренгой, 26.02.2016); научно-практической конференции «Инновации в области профилактической медицины и здоровьесберегающей педагогики в современных условиях подготовки детей и подростков к трудовой деятельности» (Россия, Архангельск, 25–28.06.2016); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность», посвященной 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (Россия, Москва, 9–10.11.2016); V Национальном конгрессе по школьной и университетской медицине с международным участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной дея-

тельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи (Россия, Москва, 10–11 октября 2016); межрегиональной научно-практической конференции «Безопасная образовательная среда в современной школе» (Россия, Москва, 23.03.16); XVIII съезде педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии» (Россия, Москва, 17–19 февраля 2017); Межрегиональной научно-практической конференции «Здоровьеформирующая среда в современной школе» (Москва, 31 октября 2017 г.); на 19-м Конгрессе EUSUHM «Mind the gap! Building bridges to health for all young people» (Belgium, Leven, 6–8.09.2017).

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

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

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

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 198 страницах машинописного текста, включает введение, аналитический обзор литературы, главу по организации работы, объему и методам исследования, 4 главы результатов собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, приложения. Список литературы состоит из 254 отечественных и 53 ино-

странных источников. Работа иллюстрирована 41 таблицей, 20 рисунками, содержит 4 приложения.

## **Глава 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Современное образовательное пространство формируется на наших глазах и практически не может обойтись без компьютерных технологий и различных электронных средств обучения. Подрастающее поколение наиболее вовлечено в этот процесс, как в сфере образования, так и во внеучебной деятельности, в быту [Скворцова Е. С., Постникова Л. К., Сошников С. С., 2015].

«Компьютерные средства обучения, обладая явным преимуществом перед другими традиционными средствами, являются и серьезным инструментом воспитания, влияющим на развитие творческого потенциала учеников» [Сайков Б. П., 2005, Роберт, 2006, Степанов С. Ю., 2011, 2018 и др.]. Необходимость овладением информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) – одна из ключевых задач не только Федерального государственного образовательного стандарта общего образования, но и Национальной доктрины образования в Российской Федерации до 2025 года и Национальной образовательной инициативы «Наша новая школа».

Идея использования различных технических средств (ТСО) в процессе обучения появилась еще в начале XX века.

В 1961 году отечественные педагоги первыми в мире стали обучать учащихся старших классов основам вычислительной математики и программирования. В 1985 году Правительство СССР вплотную приступило к реализации национальной программы по информатике и вычислительной технике. К 1990-м годам более четверти школ страны были оснащены компьютерными классами отечественного производства. К началу нового века на один компьютер приходилось 500 человек, а к 2005 году – 45 детей [Калина И. И., 2005]. Такая картина характерна для многих стран. Так в Греции число школьников на современный компьютер сократилось с 1091 в 2000 году до 35 в 2004.

Первые исследования, которые позволили дать гигиеническую оценку ТСО как новому фактору образовательной среды, были выполнены в конце 50-годов



прошлого века и были посвящены обоснованию оформления детских диапозитивных фильмов и разработка гигиенических рекомендаций к условиям их показа [Глушкова Е. К., 1958]. По мере появления новых технических средств – учебное кино, учебное телевидение, звукозаписи в учебном процессе – все они получали гигиеническую оценку и обоснование безопасных регламентов их использования [Глушкова Е. К., 1968; Самоделкина Н. Г., 1970; Назарова Е. К., 1979; Глушкова Е. К., 1983; и др.]. Следует отметить, что интеграция в образовательную среду ТСО, которая использовалась до начала 80-х годов прошлого столетия, не сопровождалась принципиальным изменением характера учебного процесса. Однако практически все исследователи отмечают, что применение технических средств в обучении характеризуется комплексным, сложным воздействием на организм детей и подростков. Научно доказано, что ТСО «первого поколения», 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 [Мордвинов А. Г., 1990, Кучма В. Р., 2000; Степанова М. И. с соавт., 2000; и др.].

За последние десятилетие школьное образование пополнилось новым арсеналом электронных средств обучения. На смену учебному телевидению, магнитофонам, проигрывателям, компьютерам, оснащенным мониторами с лучевыми трубками, в образовательные учреждения для детей и подростков пришли принципиально новые технические средства – компьютеры с жидкокристаллическими мониторами, ноутбуки, интерактивные доски, средства для чтения электронных учебников и др. Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий впервые юридически закреплена в ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

В литературе представлена гигиеническая классификация технических средств обучения, в основу которой заложена степень безопасности для организ-

ма ребенка, в частности, для его органа зрения. Классификация учитывает форму организации обучения, его характер, особенности приема зрительной информации и предъявления информации на носителе, а также возрастные физиологические особенности ребенка [Кучма В. Р., Текшева Л. М. с соавт., 2008, 2015]. Согласно классификации, персональные компьютеры – средство индивидуального обучения, активного характера, требующее более жесткой регламентации, а интерактивная доска – средство группового использования, смешанного характера обучения, при работе с которым ограничение по времени работы может быть ослаблено.

Учебный процесс в новой информационной образовательной среде заметно отличается от прежнего. Он направлен на создание опыта работы с информацией, ее целесообразного использования, обеспечивающего саморазвитие учащегося [Чернобай Е. В., 2011, Долян Е.И., 2013; Кондаков А. М., 2013, 2016; Укенов Н. К., Чугунова А. А., 2015; Коверина Д. И., 2017; и др.]. Широкое использование цифровых образовательных ресурсов меняет привычный характер обучения. Среди различных педагогических технологий все больший вес приобретает интерактивная технология обучения. Интерактивность означает способность взаимодействовать или находиться в режиме диалога. Суть интерактивного обучения – достижение результатов в обучении и достигается она только в непрерывном взаимодействии, взаимообогащении, сотрудничестве, взаиморазвитии, диалоге, коммуникации, рефлексии между учителем и учеником. К основным интерактивным формам организации учебного процесса относятся: игры, пары и группы, «мозговой штурм», дискуссия, проекты, семинары, мастер-классы и т. п.

В Федеральных государственных образовательных стандартах общего образования сформулированы требования к результатам освоения основных образовательных программ, где обозначено активное использование средств информационно-коммуникационных технологий, способов поиска, сбора, обработки, анализа, передачи информации; формирование компетентности в области их использования.

Согласно Приказу Минобрнауки России от 30.03.2016 N 336 в перечень средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования, соответствующих современным условиям обучения, включены интерактивные программно-аппаратные комплексы (компьютер/ноутбук – проектор – интерактивная доска/экран), цифровые видеокамеры, акустические системы для аудитории, электронные учебные пособия по учебным предметам (CD, DVD, видеофильмы, интерактивные плакаты), средство организации беспроводной сети, кроме того компьютеры для учащихся – в кабинетах информатики, мобильные компьютеры для учащихся начальной школы – в мобильных компьютерных классах.

Формируется так называемая цифровая образовательная среда – совокупность информационных систем, предназначенных для обеспечения различных задач педагогического процесса. Цифровая среда способствует доступу учащегося к современным образовательным ресурсам; расширяет возможности построения его образовательной траектории; облегчает коммуникацию со всеми участниками образовательного процесса, формирование новых возможностей для его организации.

Согласно представлениям педагогов [Иванова О. Е., 2011], учебный процесс в информационной среде имеет ряд преимуществ, в частности позволяет:

- «увеличить возможности выбора средств, форм и темпа изучения образовательных программ;
- обеспечить доступ к разнообразной информации из лучших библиотек, музеев и т.п.;
- повысить интерес учащихся к изучаемым предметам за счет наглядности, занимательности, интерактивной формы обучения;
- усилить мотивацию к самостоятельному обучению, развитию критического мышления;
- активнее использовать методы взаимообучения (обсуждение на чатах, форумах и др.);
- развивать учебную инициативу, способности, интересы учащихся;

– создавать установку на непрерывное образование в течение жизни».

Мобильные технологии – принципиально новые способы взаимодействия человека с миром. Мобильное образование коренным образом изменило условия жизни детей, в том числе привело к неконтролируемому контакту с новыми физическими факторами, значительному нервно-эмоциональному напряжению, гиподинамии и ухудшению здоровья школьников [Лавинский Х. Х., Грекова Н. А., Арбузов И. В., Полянская Ю. Н., 2017; Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю., Татаринчик А. А., 2017].

Как уже было отмечено, гигиенические исследования по оценке влияния работы (в том числе учебных занятий) за персональным компьютером на функциональное состояние и здоровье пользователя имеют более чем 30-летнюю историю. В настоящее время в гигиене детства накоплен значительный арсенал данных, подробно описывающих ответные реакции организма пользователя ПК [Глушкова с соавт., 1998–1993; Леонова Л. А. с соавт., 1988–2000; Гельтищева Е. А., 1999–2009; Степанова М. И., Сазанюк З. И., 1995–2013; Гуменер П. И. с соавтр., 1988–1999; Кучма В. Р., 1998–2013; Текшева Л. М., 2004–2013; Баранов А. А., Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Степанова М. И., Текшева Л. М., 2010; и др.]. Вместе с тем, значительная часть этих исследований была выполнена с целью установить безопасные регламенты использования компьютеров для детей разного возраста и проводилась при работе на ПК с мониторами, основанными на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ-монитор). В настоящее время такие компьютеры уже практически не используются, их заменили ПК с жидкокристаллическими мониторами, что обусловило необходимость обновления гигиенических регламентов.

Жидкокристаллические мониторы сделаны из вещества (цианофенил), которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности, оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул. Новое поколение мониторов ПК создает гораздо более благоприятные условия для зрительной работы пользователя, т.е. обеспечи-

вают меньшую зрительную нагрузку. У них нет электромагнитного излучения в сравнении с ЭЛТ-мониторами, они легкие и не такие объемные. Персональный компьютер (ПК) может использоваться при изучении различных учебных предметов, но преимущественно – на уроках информатики в соответствующих, специально оборудованных для этой работы кабинетах.

В последние годы значительное число школ оснащено интерактивными досками (ИД). Более 90% российских пользователей интерактивных досок находится в образовательном секторе. ИД проекционного типа представляет собой сенсорный экран, работающий как часть системы, в которую также входит компьютер и проектор. С помощью проектора изображение с компьютера проецируется на поверхность ИД. В этом случае доска выступает как экран. С проецируемым на доску изображением можно работать, вносить изменения и пометки. Все изменения записываются в соответствующие файлы на компьютере, могут быть сохранены и в дальнейшем отредактированы или переписаны на съемные носители. В этом случае доска работает в качестве устройства для ввода информации. Доской можно управлять как помощью специального стилуса, так и с помощью прикосновений пальцев. ИД бывают прямой и обратной проекции. Большинство ИД в наших школах – доски прямой проекции – проектор находится перед доской. При обратной проекции – проектор за доской. Для того чтобы луч не мешал работе преподавателя и учеников, рекомендуется использовать ультракороткофокусный проектор, который крепят непосредственно над доской. ИД нередко используется и в качестве маркерной доски. Однако у такого типа досок есть существенный недостаток – их гладкая поверхность бликует, что ухудшает условия рассматривания размещаемой на ней информации.

Следует также отметить, что использование ИД предъявляет особые требования к созданию комфортных условий для восприятия подаваемой с ее помощью информации, а также к рациональному, с позиций гигиены, размещению ИД в учебном помещении. Практически повсеместное использование интерактивной доски в учебном процессе школ обуславливают необходимость объективной ги-

гиенической оценки изучения и регламентации использования нового ТСО – интерактивной доски в учебном процессе.

Количество учебных кабинетов информатики в общеобразовательном учреждении часто не удовлетворяет потребностям школы, а условия и учебная мебель этих кабинетов предусмотрена, в основном для средней и старшей школы. Поэтому современные школы находят выход из сложившейся ситуации путем использования на уроках ноутбуков, преимущественно для начальной школы: младшие школьники занимаются в своих кабинетах, за своей учебной мебелью.

В отличие от ПК, конструктивной особенностью портативного компьютера – ноутбука (НБ) является жесткое скрепление монитора и клавиатуры между собой, что создает определенные трудности для поддержания оптимальной рабочей позы, особенно у детей.

Результаты гигиенических исследований ридеров – устройств на так называемой «электронной бумаге» (E-Ink), подающих информацию в отраженном свете показали, что зрительная нагрузка при работе с ними увеличивается только на 10% по сравнению с работой с традиционным бумажным учебником, в то время как при работе с ПК это увеличение зрительной нагрузки составляет 30% [Кучма В. Р., Текшева Л. М., Курганский А. М., Петренко А. О., 2012–2015].

Современные электронные планшеты, обладая светящимся экраном и дискретным изображением, так же, как и ридеры, подают информацию в более благоприятной для глаза – горизонтальной плоскости. В образовательном процессе планшеты отвоевывают все большее место у традиционных учебников, выступая в качестве носителей их электронных аналогов. Наряду с регламентацией времени безопасного использования важным при использовании персонального компьютера, ноутбука, ридера и планшета является организация рабочего места и сохранения оптимальной рабочей позы [Платонова А. Г., Яцковская Н. Я., Джуриная С. Н. с соавт., 2014, 2015; Кучма В. Р., Степанова М. И., Поленова М. А., с соавт., 2015].

Интенсивный процесс внедрения компьютерных технологий в жизнь подрастающего поколения на фоне низкой информированности детей, педагогов и

родителей о безопасных условиях использования электронных гаджетов оказывает достаточное серьезное негативное воздействие на формирование образа жизни, приводя к серьезным рискам нарушения психического здоровья, зрения, костно-мышечной системы и др. [Дьячкова М. Г., Мордовский Э. А., 2012].

Показатели состояния здоровья российских школьников отражают увеличение в последние годы распространенность тех нарушений здоровья, которые в значительной степени обусловлены длительным на протяжении всего периода обучения в школе влиянием неблагоприятных факторов школьной среды [Сухарева Л. М., Баранова-Намазова Л. С., Рапопорт И. К., Звездина И. В., 2013; Полунина Н. В., 2013; Каркашадзе Г. А., Намазова-Баранова Л. С., Захарова И. Н., Макарова С. Г., Маслова О. И., 2017; Сетко Н. П., Сетко А. Г., 2017; и др.]. Сегодня не вызывает сомнения тот факт, что этиология многих функциональных нарушений связана с воздействием на организм ребенка ЭСО, аудиовизуальной продукции. Как показано в ряде исследований, продолжительность их воздействия находит тесную положительную корреляцию не только с изменениями физиологического характера – нарушениями сна, зрения, осанки, но и с отклонениями в психическом статусе, а ряде случаев и с замедленным развитием когнитивных функций детей [Bener A. et al., 2010; Dankova I., 2006; Johnson G. M., 2010; Tomopoulos S., Dreger B.P. et al., 2007].

Влияние комплекса неблагоприятных факторов, связанных с использованием интерактивных технологий, на организм детей и подростков имеет свои особенности, обусловленные повышенной чувствительностью растущего организма к факторам среды в процессе роста и развития

Так, установлено, что «в процессе обучения от первого класса до девятого класса, включительно, состояние здоровья школьников ухудшается, о чем свидетельствует увеличение наполняемости III-IV групп здоровья за счет уменьшения количества детей, отнесенных к II группе здоровья, а также рост распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний» [Богомолова Е. С. с соавт., 2010–2014; Сухарева Л. М., Рапопорт И. К., Поленова М. А., 2013]. «Анализ распределения детей на группы здоровья показал, что, если в 1-м классе

к I группе здоровья, т. е. к абсолютно здоровым, было отнесено 4,3% наблюдаемых школьников, то к концу 9-го класса – всего лишь 0,4%. За этот же период произошло уменьшение наполняемости II группы здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие только функциональные отклонения. Одновременно увеличилось число детей, страдающих хроническими заболеваниями в стадии компенсации и отнесенных к III группе здоровья, и число школьников с хроническими заболеваниями в стадии субкомпенсации, отнесенных к IV группе.

В структуре функциональных отклонений пять первых ранговых мест принадлежат функциональным нарушениям сердечно-сосудистой, костно-мышечной, пищеварительной систем, нервной системы и психической сферы, функциональным расстройствам зрения.

В структуре хронической патологии школьников ведущие ранговые места принадлежат болезням желудочно-кишечного тракта, костно-мышечной системы, ротоносоглотки, органа зрения. В динамике обучения в школе увеличивается удельный вес хронических болезней органа зрения и системы пищеварения, остается высоким удельный вес болезней костно-мышечной системы.

Информатизация не только учебного процесса, но и значительной части досуговой деятельности большинства современных детей школьного возраста осуществляется на фоне интенсивного роста зрительной патологии.

Так, «частота функциональных расстройств (в основном спазм аккомодации и миопия слабой степени) с 1-го по 9-й класс возрастает почти в 2 раза, а хронической патологии зрения (в основном миопии средней и высокой степеней) более чем в 10 раз. При этом у 70–75% детей, страдающих миопией, зрение ухудшается на 0,5–1 диоптрию за учебный год» [Сухарева Л. М., Баранова-Намазова Л. С., Рапопорт И. К., 2013].

От того, как формируется рефракционная система школьников, в значительной степени зависит качество их дальнейшей жизни, в том числе и трудовой. В условиях применения электронных средств глаз из органа, предназначенного для ориентации в пространстве, превратился в рабочий орган, вынужденный выполнять зрительно напряженную работу в течение длительного времени.



Экранное изображение информации на дисплее отличается от бумажного изображения: оно самосветящееся, имеет значительно меньший контраст, мерцающее. Все это затрудняет работу аккомодационного аппарата глаза [Корнюшина Т. А., Ибрагимов А. В., Кащенко Т. П., Магарамова М. Д., 2011]. Сложность зрительной задачи при чтении с экрана выше, чем при традиционном чтении. Кроме того, значимыми остаются и все факторы, определяющие удобочитаемость текста [Кучма В. Р., Ткачук Е. А., 2015]. Зрительно-напряженная работа с применением электронных средств отображения «вызывает функциональные расстройства зрительного анализатора, выражающиеся в нарушении работоспособности мышечного аппарата глаза, прежде всего цилиарной мышцы. При развитии утомления дисфункция аккомодации проявляется в изменении положения ближайшей и дальнейшей точек ясного видения, их неустойчивости и асимметрии на двух глазах, снижении объема аккомодации» [Онуфрийчук О. Н., Розенблюм Ю. З., 2007; Жукова О. В., Ишкулова Н. А., Русяева Р. А., Скворцова С. В., 2009]. «Степень развивающихся нарушений прямо зависит от характера, интенсивности и продолжительности деятельности. При перенапряжении зрительного анализатора возникает астигматизм (жалобы на ухудшение зрения вдаль и вблизи, затруднения при переводе взора из дали вблизи, слезотечение, покраснение глаз, резь и боли и т. д.)» [Корнюшина Т. А., 1999; Кузнецова О., 2010]. По данным Всемирной организации здравоохранения 92% пользователей, работающих на компьютере, жалуются на зрительное утомление. Появился термин «компьютерный зрительный синдром», частота которого стремительно нарастает [Розенблюм Ю. З., 2006, Егорова А. В., Мыкольников Е. С., 2009; и др.].

С целью предупреждения развития рефракционных расстройств у школьников, чрезвычайно важно создавать для них оптимальные условия для зрительной работы, которые включают соблюдение гигиенических требований (эргономика и освещенность рабочего места, продолжительность зрительной работы) и использование необходимой оптической коррекции при аметропиях и астигматизме [Корнюшина Т. А., Сидоренко Е. И., 2006].

Проблема негативного влияния информационных технологий на здоровье пользователей не исчерпывается риском нарушения зрения.

«Информации, предъявляемая на экране, создает трудности ее зрительного восприятия и понимания. В 2,5 раза повышается амплитуда и частота движений глаз. Высокая яркость изображения вызывает повышенную активацию зрительных центров, что способствует изменению мозговых стратегий обработки воспринимаемой информации, повторение которых в процессе развития мозга может приводить к нарушению созревания структур головного мозга» [Takeuchi H., Takii Y., Hashizume H., et al., 2015, 2016].

Статический режим работы – также неблагоприятный фактор для пользователей электронных средств. Большинство групп мышц находится в постоянном напряжении, что на фоне формирующейся осанки школьника способствует развитию патологических изгибов, другие нарушения костно-мышечной системы (синдром запястного канала и т.п.).

Среди причин пониженной двигательной активности и нарушений формирования костно-мышечной системы современных детей многие авторы указывают регулярное длительное времяпрепровождение за компьютером.

«Использование компьютера в жизни ребенка приводит к формированию малоподвижного, в основном, сидячего образа жизни. В сочетании с нерациональным питанием это способствует дисгармоничному развитию за счет избытка массы тела. В настоящее время количество таких детей в России возрастает» [Кучма В. Р., Милушкина О. Ю., Скоблина Н. А., 2018; и др.].

А в условиях длительного действия у ребенка могут формироваться такие патологические состояния, как сколиоз, кифоз, тендовагиниты мышц кистей рук, нарушение кровообращения в нижних конечностях и органах малого таза. В ходе специальных гониометрических исследований установлено, что наибольший вклад в формирование позы у школьников при работе с портативной компьютерной техникой имеют угол взора (93,4%), зрительная дистанция до экрана (84,5%), угол наклона головы (80,3%) и угол наклона туловища (43,6%) [Яцковская Н. Я., Джуриная С. Н., Шарбан Е. С., 2014]. В работах Жуковской И. В., Прониной

Т. Н. с соавт. (2014) также показано, что «нерациональная» рабочая поза учащихся с использованием индивидуальных электронных устройств является фактором риска образовательной среды, способствующей развитию утомления и формированию нарушений и отклонений в состоянии здоровья.

Проведенные в рамках данной проблемы исследования также показывают, что длительные и регулярные занятия с использованием ЭСО приводят к напряжению центральной нервной системы и более выраженному утомлению школьников по сравнению с занятиями, на которых компьютерная техника не применялась [Осипова С. И., Баранова И. А., Игнатова В. А., 2011; и др.]. Обнаруживаются симптомы тревоги, раздражительности, подавленности, нарушения сна [Джебраилова Т. Д., 1995; Савкина Т. О., Слободская Е. Р., 2010; Дьячкова М. Г., Мордовский Э. А., 2012]. Работа с ЭСО является фактором риска нарушений сердечно-сосудистой системы. Создается неблагоприятный фон, способствующий повышению сердечно-сосудистой заболеваемости. Функциональные расстройства нервной системы и психической сферы у школьников проявляются головными болями, невротическими и астеническими реакциями, вегетативно-сосудистой дисфункцией, гиперкинетическими расстройствами (легким синдромом дефицита внимания с гиперактивностью).

Изучение психофизиологического состояния здоровья школьников в условиях информатизации жизнедеятельности выявил более низкие показатели умственной работоспособности, замедленное интеллектуальное развитие, повышенные уровни тревожности и гиперактивности по сравнению с детьми «доинформационного» периода. Для современных школьников характерно возрастание скорости обработки информации при снижении качества [Кучма В. Р., Ткачук Е. А., Тармаева И. Ю., 2016].

По данным Надеждина Д. С. с соавт. (2015) «сравнительная оценка показателей психомоторики и когнитивных функций московских школьников свидетельствует о достоверно большей скорости латентных и моторных компонентов простой сенсомоторной реакции, скорости и точности логического мышления, скорости принятия решений при переключении и распределении внимания,

меньшей погрешности этих решений и большем утомлении зрительного анализатора у современных подростков по сравнению с их сверстниками 10 лет назад. Период обучения в школе крайне важен в развитии и становлении личности ребенка, формировании его здоровья».

«Россия занимает одну из лидирующих позиций по росту криминальных, аддиктивных и аутоагрессивных форм поведенческих девиаций, а также одно из ведущих мест в Европе и мире по числу детских и подростковых суицидов» [Иванова А., Сабгайда Т., 2011; Бадмаева В. Д., 2015; и др.]. В литературе в большом количестве описаны детские интернет-зависимости [Малыгин В. Л., Искандерова А. С., Феликсов К. А., 2011; Чубаровский В. В., 2013; Griffiths M., 1999; Kimberly Young, 2014; и др.]

Характер деятельности с использованием ПК также является значимым фактором, определяющим степень и скорость развития утомления. В исследованиях, проведенных на взрослых пользователях, наибольшая нагрузка, например, на орган зрения выявлена при вводе информации, наименьшая – при считывании информации с экрана [Матюхин В. В., Юшкова О. И. с соавт., 2012].

Состояние здоровья школьника, уровень функциональных показателей, умственная работоспособность, самочувствие в процессе обучения с использованием интерактивных технологий обусловлены комплексом факторов. Среди них, наряду с продолжительностью использования ЭСО, условия внутришкольной среды (микроклимат, санитарно-химический, бактериальный состав воздуха, уровень электромагнитного излучения в помещениях, уровни освещенности, шума). [Sundaravadhanan G., 2017]. Как уже было отмечено, особое значение имеет соблюдение эргономических требований к организации и оборудованию рабочих мест (соответствие размеров мебели ростовым параметрам ребенка, правильная расстановка), к визуальным параметрам мониторов, интерфейсам экранов электронных средств обучения (яркость фона, знаков, шрифтовое оформление и т.п.).

«Интегрирование в учебный процесс различных Интернет-ресурсов привело к необходимости использования в школьных помещениях системы Wi-Fi, которая к электромагнитным полям, характерным для компьютеров, добавила СВЧ-

излучение. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона являются новым, постоянно действующим физическим фактором внутришкольной среды» [Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Храмцов П. И., 2016] (экспозиции с базовых станций, мобильных телефонов, точек доступа Wi-Fi, смартфонов, ноутбуков и планшетов). Выявлена реальность ассоциации повышенного риска развития опухолей в условиях воздействия (в том числе долгосрочного) электромагнитного излучения [Григорьев Ю. Г., 2017].

При гигиеническом обследовании кабинетов информатики выявляется насыщенность их полимерными, синтетическими и лакокрасочными материалами. К концу учебного дня концентрация углекислого газа превышает ПДК, увеличивается количество нетоксичной пыли, озона, появляющегося при работе видеотерминалов. Несовершенная система проветривания приводит к тому, что практически во всех компьютерных классах температура воздуха превышает нормальные величины (22–25 °С), а относительная влажность в большинстве классов ниже нормальных значений (19–23%). Проводимые исследования свидетельствуют о недостатках в системе освещения рабочих поверхностей [Михайличенко К. Ю., Назаров В. А., Кондрашова А. С. с соавт., 2010]. Среди визуальных характеристик монитора важно обращать особое внимание на: яркостные и контрастные характеристики изображения, глубину пульсации яркости; четкость и стабильность изображения; размер знаков. Этот аспект требует специального исследования.

Организация учебного процесса, составляющая значительную долю среди факторов внутришкольной среды в современном образовательном пространстве, имеет решающее значение в профилактике нарушений здоровья и функционального состояния школьников. Доказано, что общий вклад комплекса факторов внутришкольной среды в изменчивость показателей здоровья обучающихся по данным разных авторов составляет до 40% [Котова Н. В., 1996; Сухарев А. Г., 2002, 2009; Кувшинов М. В., 2004; Ефимцева М. В., 2007; Игнатова Л. Ф., 2007; Зорина И. Г., 2014; Рахманов Р. С., Богомолова Е. С., Кузмичев Ю. Г. с соавт., 2017; и др.], из указанного комплекса наибольшую факторную нагрузку несут показатели, связанные с организацией образовательного процесса (объем учебной

нагрузки, продолжительность учебного дня, учебной недели, организация перемен, урока, учебного расписания и т.п.) [Зорина И. Г., 2002; Шапошникова М. А., 2014; и др.].

Анализ динамики требований к современному уроку, выдвигаемых педагогами в конце прошлого и начале XXI века, показал, что они обладают устойчивой блочной структурой, но наполнение блоков носит конкретно-исторический характер. Социальный и научно-технический прогресс в той или иной мере меняют все, в том числе и учителей, и детей, и школу как образовательное учреждение, и урок в ней. При наличии учебных планов, программ урок был, есть и еще останется основной формой организации образовательного процесса в школе [Поташник М. М., 2007].

По мнению классиков педагогики оптимизация обучения предполагает обязательное изучение реальных учебных возможностей школьников, определение перспектив их улучшения. Процесс обучения оптимизируют по его результатам и затратам времени. Оптимизация указывает учителю кратчайшие, менее трудоемкие пути достижения более высоких учебно-воспитательных результатов [Бабанский Ю. К., 1982].

В гигиене детства на протяжении десятилетий проводились исследования, касающиеся изучения нормирования трудности учебных занятий, их утомительности для учащихся [Сивков И. Г., 1978; Громбах С. М., 1978–1984; Усищева Ц. Л., 1978; Микк Я. А., 1982; Агарков В. И., 1987; Степанова М. И., 1984, 1990; Гребняк Н. П., 2003, 2010; Ткачук Е. А., 2014]. Согласно работам С. М. Громбаха (1978), Степановой М. И. (1984) утомительность уроков определяется следующими факторами: трудность урока, включающая объем, сложность и новизну учебного материала; эмоциональное состояние ученика, его уровень подготовленности, а также структура урока и методика преподавания. По данным Усищевой Ц. Л. (1978) утомительность школьных уроков в значительной мере связана со структурой и методикой проведения урока, а также со степенью заинтересованности и активного участия школьника в учебном процессе. В работах Агаркова В. И. (1987) сформулированы принципы гигиенического нормирования умственной

нагрузки: с учетом трудности заданий, уровня развития учебных навыков и умений, интенсивности умственного процесса, исходного уровня функциональных возможностей организма. Автором определена зависимость функционального состояния школьников от выраженности учебно-педагогических факторов (учебных действий, видов преподавания, организационно-управляющих действий учителя, рабочей позы и психологического климата на уроке) в условиях традиционного обучения без использования ЭСО. Показано, что для младших школьников оптимальным соотношением количества и частоты чередования – является 4–7 учебных действия, а наиболее благоприятное состояние функций организма школьников наблюдается при учебно-активной плотности до 80%, несколько худшее – при 80–90%, а плохое – при плотности более 90%. Ключевые структурные факторы урока, по мнению автора, обладают разноплановым по действию на организм ребенка качествами: нормализуют функциональное напряжение организма и замедляют нарастание процессов утомления или ускоряют утомление учащихся.

Педагогический аспект сложности учебного материала нашел свое отражение в теоретической концепции измерения и оптимизации степени сложности учебного материала, где сложность учебного материала, определяется информативностью, абстрактностью и сложностью структуры учебного материала [Микк Я. А., 1982].

Для оценки трудности учебных предметов в старших классах с учетом успеваемости, субъективных и экспертных оценок тяжести предметов в исследованиях Н. П. Гребняк и С. А. Щудро (2010) обоснован интегральный критерий, с помощью которого все предметы дифференцированы по степени трудности на группы. Для оценки интенсификации учебной деятельности младших школьников в условиях информатизации предложена система критериев напряженности труда, учитывающая интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки, их монотонность и режимы учебной деятельности [Ткачук Е. А., 2014; Ефимова Н. В., Мыльникова И. В., Барсем М. П., Нехурова С. Б., 2016].

Вопросам гигиенически рационального построения учебного расписания и его влияния на функциональное состояние и здоровье школьников также посвя-

щен ряд исследований [Федорцева М. Б., 2007; Тарасова Т. В., Туаева И. Ш., 2015]. Значительная часть работ рассматривает процессы автоматизированного составления расписания, где прежде всего учитываются: необходимость выполнения учебного плана, нагрузки учителей, загруженность учебных помещений и т. п. [Яковлева М. С., Вайтекунене Е. Л., 2016; Кашаев С. М., Шерстнева Л. В., Гладских Д. С., 2016; и др.]. На необходимость периодического обновления шкал трудности учебных предметов в школах с различной формой организации образовательного процесса указывает Дременкова Ю. Е. (2006).

В целом, вопросам гигиенической оптимальности учебного расписания в образовательных школах уделяется крайне недостаточно внимания, в то время как по данным Роспотребнадзора, в последние годы максимальный рост нарушений санитарного законодательства выявлен именно по данному направлению [Рябенко Т. П., 2015].

Масштабное внедрение в систему образования электронных средств обучения обуславливает изменения в организации учебного процесса.

В исследованиях украинских ученых выявлена степени влияния на здоровье школьников таких факторов как наличие и продолжительность больших перемен, в расписании, количество уроков физкультуры в неделю, количество уроков в неделю и продолжительность учебного дня. На основе указанных факторов представлен способ оценки здоровьесберегающей компоненты учебного процесса [Гозак С. В., Елизарова Е. Т., Парац А. Н., 2014].

В работах Жуковской И. В. с соавт. (2014), Овчинниковой З. А. (2015) показано, что повышенная учебная нагрузка нарушает нормальный ход психофизиологического развития учащихся старших классов, к концу учебного года возрастает количество школьников с выраженной степенью хронического утомления.

По данным исследований Зайцевой Н. В., Устиновой О. Ю., Лужецкого К. П. с соавторами (2017) у учащихся лицеев, где педагогический процесс характеризуется уплотненным режимом организации, большой продолжительностью и интенсивностью учебных занятий, значительными интеллектуальными, сенсорными и эмоциональными нагрузками, повышен риск развития хронических забо-



леваний нервной системы, опорно-двигательного аппарата и эндокринной системы. Доминирующими нозологическими формами патологии являются расстройства вегетативной нервной системы, нарушение осанки и нарушения питания, частота регистрации которых у лицейстов в 1,6–2,9 раза выше, чем у учащихся типовых школ. У четверти младших школьников выявляются предикторы развития нарушений жирового обмена и формирования сердечно-сосудистой патологии в старших возрастных группах.

По данным Елисеева Ю. Ю., Войтович А. А., Дубровиной Е. А. с соавт. (2017) установлено несоответствие изучаемых в исследовании образовательных организаций г. Саратова требованиям нормативной документации по гигиеническим параметрам, что в сочетании со значительными учебными нагрузками, в том числе, возрастанием объема домашних заданий, оказывало негативное влияние на состояние здоровья подростков, развитие утомления.

Интенсивное приобщение подрастающего поколения к информационным технологиям, быстрое обновление цифровых средств обучения, высокие риски нарушения здоровья юных пользователей требуют практически постоянного медицинского сопровождения, отслеживания их влияния на функциональное состояние и формирование здоровья детей и подростков и разработки на этой основе регламентов их безопасного использования.

В современных условиях информационные и коммуникационные технологии являются ключевыми элементами политики в сферах воспитания и образования подрастающего поколения. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2015 г. №2471-р утверждена Концепция информационной безопасности детей, приоритетные задачи и механизмы реализации государственной политики в данной области, а также ожидаемые результаты в 2020 году.

С каждым днем возрастает охват школ и степень их вовлеченности в различные проекты, в том числе государственные, определяющие развитие общего образования в тесной связи с применением цифровых технологий обучения (Российская электронная школа, «Московская электронная школа» и т.п.). В 2018 году

правительством РФ принято решение о запуске нового приоритетного проекта «Цифровая школа».

Стратегической целью государственной политики в области информационной безопасности детей является обеспечение гармоничного развития молодого поколения при условии минимизации всех негативных факторов, связанных с формированием гиперинформационного общества в России.

Эта тревожная ситуация, сопряженная с рисками для здоровья детей, неоднократно обсуждалась в медицинском сообществе и получила свое выражение в Санкт-Петербургской «Декларации о гигиенической безопасности для детей и подростков цифровой среды» (2014). В этом документе медицинское сообщество выразило обеспокоенность стремительным и зачастую бесконтрольным внедрением электронных средств в образовательные учреждения разного уровня. И, в частности, было обращено внимание на необходимость «допускать к использованию в образовательных организациях новые средства информационно-коммуникационных технологий (интерактивные доски, ридеры, ноутбуки, мобильные планшеты, Wi-Fi и другие гаджеты) при наличии заключения о их безвредности для здоровья детей и подростков и обоснованных физиолого-гигиенических и психолого-физиологических рекомендаций их использования в процессе обучения, воспитания и досуга». В декларации указывается, что заказчиками исследований по обоснованию безопасных мер использования электронных средств обучения должны выступать Министерство образования и науки Российской Федерации, фонды научных исследований, производители технических средств обучения, разработчики новых информационно-коммуникационных технологий.

Имеющихся данных научных исследований, способных стать основой для регламентации использования различных электронных средств обучения в образовательной деятельности школьников в настоящее время недостаточно. Отсутствует комплексная гигиеническая оценка организации учебного процесса в современной цифровой среде.

Управление риском здоровью детского населения требует не только целевых комплексных мероприятий, направленных на снижение внешнесредовых рисков, но и разработки новых подходов к организации медико-профилактической помощи населению на основе широкомасштабного внедрения специализированных медико-профилактических технологий, профилактики риск-ассоциированной патологии [Зайцева Н. В., Устинова О. Ю., 2014].

## **Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ)**

В основу работы положены материалы комплексных исследований по изучению влияния школьного обучения в условиях цифровой среды на функциональное состояние, самочувствие, утомление 4636 учащихся 1–9-х классов общеобразовательных учреждений городов Москвы, Нижнего Новгорода, Сыктывкара, Чебоксары, Иваново, Смоленска. Санитарно-гигиенические условия обучения в общеобразовательных учреждениях соответствовали существующим требованиям. Для выполнения поставленных в работе задач основные исследования проводились в условиях естественного гигиенического эксперимента непосредственно на уроках, где использовались электронные средства обучения (ЭСО), а также на традиционных занятиях (без использования ЭСО) в динамике учебного дня и недели. Кроме того, проводилось анкетирование учащихся и педагогов.

Для изучения влияния обучения школьников в условиях цифровой среды применялся комплекс гигиенических, физиологических, социологических, а также статистических методов исследования.

В рамках общего исследования проведены нерандомизированные контролируемые исследования.

Все исследования проведены с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). От родителей участвовавших в исследованиях детей получены письменные информированные согласия.

Исследование проводилось по трем направлениям:

I направление – изучение влияния использования электронных средств обучения на уроке (интерактивной доски, ноутбука, ПК с ЖК-монитором) на функциональное состояние организма школьников, их анкетирование. Анкетирование педагогов по вопросам влияния ЭСО на самочувствие и жалобы. Обоснование регламентов безопасного использования ЭСО на уроке;

II направление – анализ факторов внутришкольной среды (освещенность, микроклимат), в том числе организации учебного процесса (урока, учебного рас-

писания). Показатели, характеризующие урок, анализировались на основе данных хронометражных наблюдений за деятельностью на уроке и анкетирования учителей. Учебное расписание оценивалось с помощью алгоритма гигиенической оценки, созданного в результате реализации II направления;

III направление – изучение утомительности школьных уроков в условиях цифровой среды путем анкетирования школьников (создание шкалы трудности учебных предметов для построения школьного расписания и алгоритма его гигиенической оценки).

Изучили сопряженность показателей функционального состояния организма школьников с показателями организации урока (плотность учебной работы, число смен видов учебной деятельности, наличие профилактического комплекса физических упражнений, длительность использования ЭСО) и с рациональностью школьного расписания.

По итогам исследования по трем направлениям сформулированы гигиенические принципы организации учебного процесса в условиях школьной цифровой среды.

Дизайн исследования (общий и по направлениям) представлен на Рисунках 2.1–2.4.

Динамика функционального состояния ЦНС оценивалась с помощью корректурной пробы, технология проведения которой и обработка полученных результатов разработаны Громбахом С. М. (1975). Эта дозированная по времени методика позволяет получать информацию об основных параметрах, характеризующих умственную работоспособность: объеме выполненной работы, что при постоянном времени указывает на ее скорость, и количестве ошибок, что в пересчете на объем выполненной работы, характеризует ее точность. Соотношение скорости и точности определяет продуктивность работы, отражающих работоспособность учащегося.



Рисунок 2.1 – Дизайн исследования (общий)



Рисунок 2.2 – Дизайн I направления исследования



Рисунок 2.3 – Дизайн II направления исследования



Рисунок 2.4 – Дизайн III направления исследования

Статистическая обработка результатов выполнения корректурных проб выполнялась с помощью специальной компьютерной программы, разработанной в НИИ ГиОЗДиП НМИЦ Минздрава России.

На основании качественных и количественных показателей и их соотношения при выполнении корректурного задания каждой индивидуальной работе давалась комплексная оценка. В зависимости от сочетания показателей скорости и точности каждая корректурная проба характеризовалась как «отличная», «хорошая», «удовлетворительная», «неудовлетворительная» и «плохая». После подсчета работ, имеющих разные оценки, вычислялся интегральный показатель работоспособности классного коллектива – коэффициент преобладания (коэффициент «П»). Расчет производился по формуле (2.1):

$$П = \frac{\text{количество отличных и хороших работ}}{\text{количество неудовлетворительных и плохих работ}} . \quad (2.1)$$

Помимо этого, оценка динамики функционального состояния ЦНС проводилась также и по характеру индивидуальных сдвигов работоспособности от начала к концу урока и в динамике учебного дня. Для этого использовалась схема оценки индивидуальных сдвигов, где каждому сочетанию изменений скорости и точности присваивается определенный номер сдвига. За отсутствие изменений принимали изменение количества прослеженных знаков в пределах  $\pm 5\%$  от исходного и изменение количества ошибок  $\pm 0,5$  на 500 знаков от исходного. Все возможные сочетания количественных и качественных показателей выполнения корректурного теста образуют 9 индивидуальных сдвигов. При оценке изменений, происходящих за урок и учебный день, учитывалось суммарное количество благоприятных сдвигов работоспособности (№ 1, 2, 3, 4), сдвигов, отражающих начальные признаки утомления (№ 5, 6), явное утомление (№ 7, 8) и выраженное утомление (№ 9).

Для комплексной оценки психофизиологических свойств и функций организма учащихся в процессе работы с электронными средствами 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 стоимость» изучаемой деятельности ребенка, уровень его адаптивных возможностей к нагрузкам. Для решения поставленных задач были выбраны следующие психофизиологические методики: простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) и реакция на движущийся объект (РДО).

Скорость ПЗМР позволяет оценить интегральные характеристики центральной нервной системы учащихся. Время ПЗМР может изменяться в зависимости от функционального состояния организма, которое, в свою очередь, определяется влиянием комплекса факторов, в т. ч. факторов внутришкольной среды (в частности, обусловленных работой с ЭСО). При снижении функциональных возможностей показатель скорости уменьшается, т.е. время ПЗМР увеличивается.

РДО представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции, включающей помимо сенсорного и моторного периодов период обработки сенсорного сигнала центральной нервной системы. На результаты обследования помимо индивидуальных особенностей строения органа зрения оказывает влияние функциональное состояние обследуемого. Данная методика позволяет измерить уравновешенность нервных процессов, т. е. степень сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе их проявления. Сравнивается количество опережающих (преждевременных) и запаздывающих реакций. При превалировании опережений над запаздываниями диагностируется неуравновешенность нервных процессов с преобладанием силы возбуждения; если число запаздывающих реакций превышает количество опережающих – неуравновешенность с преобладанием торможения. При равенстве (или незначительном отличии) указанных показателей диагностируется уравновешенность нервных процессов. В процессе работы с использованием ЭСО регистрировали соотношение указанных типов реакций учащихся на движущийся объект.

Поскольку обучение с использованием цифровых технологий повышает информативную емкость урока, и, как следствие – нагрузку на зрительный анализатор, с помощью аккомодометра С. Л. Шаповалова изучили аккомодационную

деятельность глаза. Школьный возраст является одним из критических периодов повышенной уязвимости динамической рефракции – преломляющей силы оптической системы глаза относительно сетчатки при действующей аккомодации. Несоответствие аккомодационной способности глаза зрительной нагрузке и является одним из основных звеньев в механизме развития близорукости.

Объем аккомодации (ОА) и степень утомления цилиарной мышцы определяли (2.2) по коэффициенту утомляемости (КУ) [Шаповалов С. Л., 1978].

$$КУ = \frac{ОА1 - ОА2}{ОА1} \times 100\%, \quad (2.2)$$

где ОА1 – объем аккомодации до зрительной нагрузки;  
ОА2 – после нагрузки.

Для характеристики функционального состояния зрительного анализатора использовался «показатель, который одновременно дает представление и о функциональном состоянии коры головного мозга – критическая частота слияния мельканий (световых) – КЧСМ» [Степанова М. И., 2003]. Чтобы провести регистрацию КЧСМ, использовали прибор «Свето-тест», который дает возможность варьирования частоты подаваемых световых сигналов в диапазоне 0–100 Гц. «Металлический тубус длиной 30 см, в который вмонтирован светодиод, зачернен изнутри, что в сочетании с постоянным угловым размером экрана создает условия для восприятия яркости светодиода независимо от внешних условий освещения. Снижение КЧСМ означает, что человек воспринимает как отдельные сигналы, меньшее число световых раздражений в единицу времени, т.е. происходит замедление во времени каждого цикла возбуждения, в результате чего каждое следующее возбуждение попадает на след, оставшийся от предыдущего, и отражает ухудшение функционального состояния зрительного анализатора, в частности коркового звена. Изучение КЧСМ широко используется в гигиенических исследованиях, прежде всего, для диагностики умственного и зрительного утомления, в том числе и при исследовании утомления во время просмотра телепередач и занятий за компьютером, когда имеет место смена яркости» [Леонова Л. А., 1995; Глушкова Е. К. с соавт., 1993; Глушкова Е. К., 1983; и др.].

Параллельно с выполнением корректурных заданий (в начале и конце учебных занятий в течение недели) проводилась оценка эмоционального состояния детей по методике цветописи. «Суть методики цветописи заключается в самооценке школьниками эмоционального состояния, выраженной при помощи цвета. Из шести основных цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, черный), предлагаемых на таблице детям, следовало выбрать один, характеризующий их эмоциональное состояние в данный момент» [Лутошкин А. Н., 1977].

Обработка результатов производилась по распространенности и изменению выбора цветов. Все цвета объединяются в 3 основные группы:

1-я группа – «радостная» – красный, оранжевый, желтый;

2-я группа – «уравновешенная» – зеленый;

3-я группа – «грустная» – синий, черный.

В оценке эмоционального статуса личности и коллектива наиболее информативным является увеличение «уравновешенной» группы за счет снижения «грустной». При увеличении «радостной» группы необходимо учитывать, что «увеличение *красных* оценок эмоционального состояния может происходить также и за счет появления у детей начальной стадии утомления – возбуждения» [Муратова Д. А., Данилова Н. Н., 1992]. «Выбор одного из цветов *грустного* спектра отражает эмоциональный дискомфорт школьников. Регулярное выявление дискомфортных эмоциональных состояний, как при индивидуальной, так и при коллективной оценке эмоционального статуса школьников, свидетельствует о неблагополучии их психо-эмоционального состояния» [Кучма В. Р., Храмцов П. И., 2012].

В рамках исследования были проведены хронометражные наблюдения за деятельностью учащихся на учебных занятиях. Хронометражные наблюдения позволяют определить общую занятость ученика на уроке, характер его учебной работы. В зависимости от задач исследования в работе использовался как индивидуальный, так и групповой хронометраж учебной деятельности учащихся.

Для отслеживания изменений в позе школьника при работе за ноутбуком применили метод фотохронометража (фоторегистрации) положения тела (в т. ч.

расстояния по линии зрения от глаз до поверхности экрана монитора – «зрительной дистанции») через определенные фиксированные промежутки времени. Данный метод позволяет проследить динамику изменения зрительной дистанции в зависимости от времени.

Для решения поставленных задач были разработаны и использованы анкеты для педагогов и учащихся по оценке влияния использования интерактивных досок на уроке на самочувствие и жалобы (Приложения А, Б).

Для установления степени соответствия вопросов анкеты изучаемой теме была проведена экспертная валидизация разработанных анкет, подтверждена их надежность.

Для оценки гигиенической адекватности построения школьного урока была разработана анкета для педагогов (Приложение В). Она включала характеристику показателей урока (плотность учебной работы, количество видов учебной деятельности, время чередования видов учебной деятельности, наличие эмоциональных разрядок, физкультминутки, продолжительность использования электронных средств обучения), влияющих на самочувствие и умственную работоспособность учащихся. Для апробации методики была использована классическая программа оценки скрининговой эффективности методов исследования: расчет значимости, определяемой на основании чувствительности (количество истинно-положительных результатов при исследовании) и специфичности (количество истинно-отрицательных результатов при исследовании), а также определение показателя качества теста. Для оценки эффективности метода проанализировано 106 анкет, заполненных учителями и характеризующих с гигиенических позиций проведенные ими уроки. Полученные результаты сопоставлялись с данными хронометражных наблюдений за деятельностью школьников и организацией учебной работы на тех же 106 уроках. Далее полученные результаты использовали для гигиенической оценки учебного расписания учащихся 1–9-х классов.

Для определения трудности учебных предметов условиях цифровой среды также была разработана специальная анкета (Приложение Г). В ней особое место отводилось субъективной оценке учащимися трудности учебных предметов. Кро-

ме того, предлагаемые школьникам вопросы касались предпочтения ими тех или иных учебных предметов; причин, определяющих эти предпочтения; учебной успеваемости; затрат времени на приготовлении уроков по различным предметам. Надежность анкеты определялась методом факторной валидности. Результаты пилотного исследования (30 анкет) подвергли процедуре факторного анализа. Содержание выделенных факторов соответствовало содержанию исследуемой темы и суммарный коэффициент объясняемой дисперсии был выше 0,8, т. е. анкета является устойчивой и надежной.

Замеры искусственной освещенности на рабочих местах учащихся, поверхности учебных досок (традиционных, интерактивных) осуществлялись прибором «ТКА-ПКМ»/02 (люксметр и яркомер).

Измерение параметров микроклимата (температура и влажность воздуха) учебных помещений проводилось с помощью комбинированного прибора «ТКА – ПКМ» (20) (Измеритель температуры и относительной влажности воздуха).

Относительный риск (RR – вероятность появления определенного исхода в ФСО школьников в зависимости от фактора среды) определялся по правилам доказательной медицины с использованием четырехпольных таблиц сопряженности (URL: [http://medstatistic.ru/theory/relative\\_risk.html](http://medstatistic.ru/theory/relative_risk.html)).

Таблицы строили исходя из количества исследуемых, имеющих определенные значения факторного и результативного признаков (Таблица 2.1).

**Таблица 2.1** – Четырехпольная таблица сопряженности

	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 определяется по формуле (2.3):

$$PR = \frac{\frac{A}{A+B}}{\frac{C}{C+D}} = \frac{A \cdot (C+D)}{C \cdot (A+B)}, \quad (2.3)$$

где  $A, B, C, D$  – количество наблюдений в ячейках таблицы сопряженности.

После определения границ 95%-го доверительного интервала (он не должен включать единицу) сравнивали значения относительного риска с единицей:

- если ОР равен 1, можно сделать вывод, что исследуемый фактор не влияет на вероятность исхода (отсутствие связи между фактором и исходом);
- при значениях более 1 делается вывод о том, что фактор повышает частоту исходов (прямая связь);
- при значениях менее 1 – о снижении вероятности исхода при воздействии фактора (обратная связь).

Степень существенности вклада, вносимого фактором риска в увеличение частоты события, определили путем расчета значения абсолютного увеличения (уменьшения) частоты события – разности рисков, выраженной в процентах. Этот показатель называется еще атрибутивным риском или этиологической составляющей. Для интерпретации величины относительного риска и этиологической составляющей, учитывая непрерывное и длительное воздействие обучения на организм школьника, использовали «Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой» («Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров, М., 2009»).

Статистическая обработка полученных материалов проведена на ЭВМ IBM PC/XT. Для решения поставленных задач исследования применили параметрические и непараметрические методы анализа: в т. ч. множественный регрессионный анализ, факторный, кластерный анализ. Формирование и обработка баз данных осуществлялась в программах Excel 2010, SPSS Statistics, 2010 (version 19). Объем выполненных исследований представлен в Таблице 2.2.

**Таблица 2.2** – Объем и методы исследований

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

### **Глава 3. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДОСКИ НА УРОКАХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Согласно современной классификации ЭСО [Кучма В. Р. с соавт., 2013), интерактивная доска является электронным средством обучения группового использования и смешанного (активно-пассивного) характера обучения.

ИД представляет собой сенсорный экран, работающий как часть системы, в которую также входит компьютер и проектор. С помощью проектора изображение с компьютера проецируется на поверхность ИД. В этом случае доска выступает как экран. С проецируемым на доску изображением можно работать, вносить изменения и пометки. Все изменения записываются в соответствующие файлы на компьютере, могут быть сохранены и в дальнейшем отредактированы или переписаны на съемные носители. В этом случае доска работает в качестве устройства для ввода информации. Доской можно управлять как помощью специального стилуса, так и с помощью прикосновений пальцев.

Интерактивная доска позволяет демонстрировать слайды, видео, рисовать, чертить, наносить на проецируемое изображение пометки, вносить любые изменения, и сохранять их в виде компьютерных файлов, что делает процесс обучения ярким, наглядным, динамичным. Подготовленные тексты, таблицы, диаграммы, картинки, музыка, карты, добавление гиперссылок к Интернет-ресурсам сэкономят время на написание текста на обычной доске. Индивидуальная работа учеников сохраняется в памяти доски для последующей проверки или анализа. Эффективное понимание и запоминание нового материала вследствие его наглядности позволяет задействовать различные виды памяти (слуховая, зрительная, ассоциативная).

Применение ИД на уроке расширяя возможности творчества, повышая интерес к предмету, ведет к интенсификации процесса обучения.

Широкое применение интерактивных досок в учебном процессе общеобразовательных школ наряду с отсутствием гигиенически обоснованных регламентов по их применению актуализируют необходимость изучения воздействия учебных



занятий, на которых используют это новое ЭСО, на функциональное состояние организма (ФСО) учащихся.

### **3.1. Гигиеническая характеристика интерактивных досок и условий их использования в учебном процессе**

Характеристики интерактивных досок в учебных кабинетах, где проводились исследования, соответствовали «Перечню и техническим требованиям к интерактивному аппаратно-программному комплексу для общеобразовательных учреждений» (Приказ Рособразования от 22.02.2008 №132) и «Перечню средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования» (Приказ Министерства образования и науки РФ от 30.03.2016 № 336). Одним из основным критериев формирования указанных перечней является безопасность использования средств обучения. Согласно последнему документу, для реализации действующих образовательных стандартов, оборудование общеобразовательных школ интерактивными досками является обязательным, вследствие чего использование ИД в учебном процессе становится рутинной практикой.

Учебные помещения, в которых проводились исследования, были оборудованы интерактивными досками прямой проекции с короткофокусными проекторами: MimioBoard, Aktivboard 587 Pro, Smart board SB480IV4 (SMT). Все виды досок имели износостойкую, твердую, матовую активную поверхность (с антибликовым покрытием) с диагональю экрана не менее 1950 мм (77 дюймов).

В учебных помещениях интерактивные доски были размещены по середине передней стены, они же использовались в качестве обычных маркерных досок на традиционном уроке. Согласно гигиеническим рекомендациям, высота нижнего края досок над полом составляла от 75–80 см – в кабинетах начальной школы и 85–90 см – в средней. Расстояние от доски до первой парты было скорректировано перед началом исследования и составляло не менее 240 см, а до последнего рабочего места учащегося – от 610 до 640 см. Углы видимости ИД (от краев доски до средин крайних рабочих мест обучающихся первого ряда) в учебных помеще-

ниях соответствовали гигиенически рекомендуемым и составляли от 45 до 50° – в начальных классах и 40–50° – в средних классах.

Воздушно-тепловой режим в учебных помещениях, где проводились исследования, несколько ухудшался в динамике урока (восстанавливался на переменах в результате сквозного проветривания). Температура воздуха в классах колебалась в диапазоне – 24,2–26,8 °С; относительная влажность воздуха – от 39,8% до 33,8%.

Освещенность рабочих мест учащихся составляла 350–500 лк, поверхности доски – не менее 300 лк. Поскольку при размещении ИД необходимо исключить ее бликование и засветку солнечным светом, ближайшее к доске окно имело затемнение.

При подаче информации на экран ИД преимущественно соблюдались основные гигиенические требования к контрастности и цветовому сочетанию знаков и фона (темные знаки на светлом фоне), к размерам и начертаниям шрифтов, использованию цветов.

Применение ИД обеспечивает больше возможностей для участия в коллективной работе каждого ученика, освобождает школьника от необходимости записывать благодаря возможности сохранять все, что появляется на доске. Подача материала была более эффективной, педагоги использовали всевозможные ресурсы ИД. Работа с ИД проводилась в различных режимах: интерактивном режиме (включает в себя режим мыши и режим примечаний), когда управление компьютером происходило с поверхности интерактивной доски, и в режиме для работы с приложениями. В «спящем» режиме экран ИД выключался, но питание продолжало поступать на оперативную память. Выход из режима «сна» в рабочий режим производится за несколько секунд, т. е. гораздо быстрее, чем включение и обычная загрузка.

При выключении ИД использовалась как обычная маркерная доска (черный маркер на белой поверхности).

### **3.2. Изучение влияния использования интерактивной доски на уроках на самочувствие, мотивацию, жалобы учащихся и педагогов (результаты анкетирования)**

На первом этапе работы была проведена серия исследований, включающих социологическое исследование педагогов и школьников, характеристику условий размещения и использования ИД, а также изучение функционального состояния организма учащихся в процессе обучения с использованием данного ЭСО.

Несмотря на положительные отзывы педагогов [Степаненко О. В., 2010; Баранова Ю. П., Каргина О. И., 2012; Ермакова Ю. В., 2016; и др.), касающиеся расширения дидактических возможностей преподавания, увеличения объема предъявляемой информации при использовании ИД, этот процесс имеет и ряд негативных моментов: интенсификация и формализация интеллектуальной деятельности учащихся, обуславливающие увеличение нервной и зрительной нагрузок, психологический и зрительный дискомфорт, что повышает риски нарушения здоровья школьников и актуализирует разработку и обоснование безопасного использования ИД.

Подтверждение этому было получено в ходе анкетирования педагогов, являющегося одним из фрагментов нашего исследования

Нами было проведено изучение особенностей организации урока, связанных с использованием интерактивной доски, и влияния этих занятий на самочувствие пользователей – учащихся и педагогов. В анкетировании приняли участие 145 преподавателей общеобразовательных учреждений.

По данным анкетирования у более половины опрошенных учителей среднее время использования интерактивной доски составляло менее 15 минут от продолжительности урока; у четверти учителей – от 25 до 30 минут. Использование интерактивной доски в течение всего урока отметили 11,4±2,5% респондентов. По мнению абсолютного большинства опрошенных (91,3±2,4%), во время занятий с привлечением интерактивной доски информационная емкость урока оказывается намного выше, чем на уроках без ее использования. Значительная доля (89,0±2,2%) респондентов указали, что использование на уроке интерактивной

доски повышает учебную мотивацию учащихся, наряду с этим на наличие интенсификации обучения учащихся указали  $35,5 \pm 2,8\%$  опрошенных.

Постоянные жалобы учащихся на утомление к концу урока с использованием ИД – головные боли, ощущение тяжести в голове – отметили  $12,2 \pm 2,6\%$  учителей;  $21,1 \pm 2,7\%$  – указали на периодический характер их возникновения. Постоянно отмечали у своих воспитанников симптомы зрительного утомления  $18,3 \pm 2,7\%$  респондентов.

Более половины ( $55,0 \pm 2,8\%$ ) опрошенных указали, что использование ИД вызывает у них более выраженное снижение зрительной и умственной работоспособности.

Таким образом, согласно данным анкетирования педагогов, использование интерактивной доски в учебном процессе расширяет дидактические возможности обучения детей и сопровождается, с одной стороны, увеличением объема учебной нагрузки, а с другой – способствует повышению уровня учебной мотивации учащихся, и одновременно, обуславливает появление ряда жалоб на самочувствие учащихся и педагогов в процессе применения ИД.

На следующем этапе было проведено медико-социологическое обследование 194 школьника 2–9-х классов. С помощью специально разработанной анкеты выясняли отношение учащихся к применению на уроке ИД, ее влияние на мотивацию к обучению, учебную активность, самочувствие, работоспособность, развитие утомления. Также вопросы анкеты касались факторов, связанных с использованием ИД (световой луч, шум проектора и т.п.).

Анализ полученных данных показал, что  $82,5 \pm 3,5\%$  респондентам больше нравятся уроки, на которых используется ИД. Предпочитают уроки с применением ИД урокам, на которых используется традиционная доска –  $48,5 \pm 4,6\%$  учащихся. Причиной предпочтения уроков с использованием ИД является: для  $38,3 \pm 4,4\%$  школьников, то что урок становится более интересным, для  $31,7 \pm 4,2\%$  учащихся – понятным, наглядным, им интересна работа с электронной доской. У половины респондентов учебная активность на уроках с ИД выше: чаще подни-

мают руки, хотят выйти к доске, выполнить задание учителя и т.п., небольшая доля учащихся ( $12,5 \pm 3,0\%$ ) менее тревожна на уроках с применением ИД.

У подавляющего большинства опрошенных ( $85,1 \pm 2,5\%$ ) после уроков с ИД усталость не отмечалась, не было никаких жалоб. Среди выявленных жалоб: усталость глаз ( $9,5 \pm 2,1\%$ ), усталость спины, шеи ( $5,7 \pm 1,6\%$ ). Факторами, мешающими при работе с ИД, являются, по мнению  $12,2 \pm 2,3\%$  школьников – яркий свет от доски или проектора, а для  $17,0 \pm 2,7\%$  учащихся – высокое расположение доски и необходимость запрокидывать голову (Таблица 3.1).

**Таблица 3.2.1** – Распространенность жалоб учащихся на самочувствие, связанных с использованием ИД на уроке, %

Жалобы	Отсутствие жалоб	Усталость глаз	Усталость спины и шеи	Зрительный дискомфорт и шум проектора	Высокое расположение доски
Ответы учащихся	$85,1 \pm 2,5$	$9,5 \pm 2,1$	$5,7 \pm 1,6$	$12,2 \pm 2,3$	$17,0 \pm 2,7$

Жалобы на усталость глаз и на яркий свет луча проектора несколько чаще встречаются среди школьников, имеющих нарушения зрения. Кроме того, среди всех опрошенных был выявлен ряд жалоб, связанных с некорректной эксплуатацией ИД: низкая контрастность, бликование доски при дневном свете, попадание тени на экран, частые технические неполадки.

Таким образом, анализ полученных данных выявил, в целом, положительную оценку школьниками использования ИД на уроке; ее мотивирующее и эмоционально активизирующее действие. Наличие ряда субъективных жалоб на самочувствие, связанных преимущественно с размещением и эксплуатацией доски, обуславливает необходимость изучения объективных показателей, характеризующих реакции организма учащихся на учебную деятельность с применением ИД.

### **3.3. Оценка влияния учебных занятий с использованием интерактивной доски на функциональное состояние организма младших школьников**

Для гигиенически рациональной организации учебного процесса важным является вопрос, как влияют занятия с использованием интерактивной доски на характер дневной и недельной динамики умственной работоспособности (УР) и

других показателей ФСО учащихся, в первую очередь, тех, которые характеризуют состояние органов и систем, испытывающих наибольшую нагрузку в процессе этих занятий.

Для оценки влияния занятий с использованием интерактивной доски на организм школьника и обоснования безопасной длительности ее использования на уроке была проведена серия исследований: в конце каждого учебного занятия с использованием и без использования ИД регистрировали показатели ФСО учащихся начальных классов. Исследования проводились в одних и тех же классных коллективах: в течение одной учебной недели ИД применяли на уроках по основным учебным предметам, в течение другой недели все уроки проводились без использования интерактивной доски (контроль). Объем учебной нагрузки, расписание, программа изучаемых предметов в оба периода были аналогичны. Принимая во внимание близкий по возрасту контингент детей, объединили учащихся в группы 1–2 классы и 3–4 классы. По данным хронометражных наблюдений за организацией учебной деятельности в 1-2-х классах было установлено, что суммарная продолжительность использования ИД на уроке составила от 15 до 35 минут, непрерывная работа с ИД учащихся не превышала 5–7 минут.

Исследования показали, что дневная и недельная динамика показателей изучаемых систем организма учащихся 1–2-х классов была более благоприятной в тот период исследований, когда в учебном процессе применялась ИД (Таблицы 3.2– 3.3) Так, на протяжении всего учебного дня интегральный показатель работоспособности (ИПР) был выше на фоне работы с применением ИД и колебался от 2,64 до 1,09 усл. ед. (Таблица 3.2), чем на уроках, когда ИД не использовалась – 2,27–0,36 усл. ед. (Таблица 3.3). Этот показатель резко снижался с 2,27 усл. ед. до урока до 0,5 усл. ед. после 1-го урока, после 2-го урока составил 0,79 усл. ед., а после 4-го на 2/3 был ниже допустимого уровня (0,36 усл. ед.).

В данном исследовании и в дальнейшем для анализа влияния уроков с применением ИД мы использовали сдвиги УР, отражающие только явное и выраженное утомление, когда в динамике учебной деятельности происходит ухудшение одного из параметров (уменьшение количества прослеженных знаков или увели-

чение количества ошибок в тестах) при неизменности другого, что свидетельствует о явном падении продуктивности работы. Выраженное падение продуктивности характеризуется ухудшением и качественных и количественных параметров корректурного теста. Именно эти варианты оценок сдвигов УР исчерпывающе характеризуют наличие ухудшения функционального состояния ЦНС школьника, приводящее к кумуляции утомления, переутомлению.

Распространенность явного и выраженного утомления среди первоклассников и второклассников в условиях использования ИД встречалась значительно реже, чем на фоне традиционного обучения, и была самой низкой после первых двух уроков (20,4% и 17,5%) и несколько превышала популяционные значения после 3 и 4 уроков (32,2% и 34,4% соответственно). В динамике дня на занятиях с ИД отмечено сначала увеличение числа ошибок в тестах: к концу 3-го урока (с 9,09 до 11,51,  $p < 0,001$ ), а к концу учебного дня количество ошибок уменьшилось до 7,78 (Таблица 3.2). После традиционных уроков точность теста была выше ( $p < 0,05-0,001$ ), но к концу учебного дня – число ошибок в группах сравнения значимо не различалось ( $p > 0,05$ ).

При обучении без использования ИД доля сдвигов УР с явным и выраженным утомлением в первой половине учебного дня встречались чаще (50,0–42,0% случаев против 20,4–17,5%,  $p < 0,01$ ) и превышала характерные для школьников значения 30,0% (Таблица 3.3).

Распространенность дискомфортных эмоциональных состояний (ДЭС), отражающих долю учащихся, оценивающих свое эмоциональное состояние в динамике урока «грустными» цветами спектра, среди школьников 1–2 классов также встречались чаще на традиционных уроках по сравнению с занятиями, на которых использовалась ИД как в динамике дня (39,3–44,6% против 28,0–33,4%), так и недели (38,8–50,5% против 23,2–35,7% соответственно,  $p < 0,05$ ) (Таблицы 3.2–3.5).

Аналогичная динамика регистрировалась и по показателю КЧСМ учащихся в оба периода исследований. При традиционном обучении (без ИД) отмечалось напряжение ЦНС, и значения показателя КЧСМ у первоклассников и второклассников были ниже (3.3.2.), чем при использовании ИД как в динамике дня (34,3–

35,6 Гц против 34,8–37,2 Гц,  $p < 0,05$ ), так и в динамике недели (33,2–37,1 Гц против 33,9–38,6 Гц,  $p < 0,05$ ) (Таблицы 3.2–3.5).

**Таблица 3.2** – Показатели ФСО учащихся 1–2-го класса в динамике дня в зависимости от использования ИД в учебном процессе

ПОКАЗАТЕЛИ	До уроков	После уроков				Значимость различий
		1	2	3	4	
Кол-во исследований	93 (I)	91 (II)	92 (III)	38 (IV)	72 (V)	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	148,2 $\pm$ 3,2	155,74 $\pm$ 5,7	160,2 $\pm$ 4,6	162,3 $\pm$ 7,6	158,9 $\pm$ 4,8	
Кол-во стандартизированных ошибок (на 500 зн.), $M \pm m$	8,27 $\pm$ 0,30	7,34 $\pm$ 0,28	9,09 $\pm$ 0,31	11,51 $\pm$ 0,55	7,78 $\pm$ 0,33	$P_{IV-V} < 0,001$
Интегральный показатель работоспособности, коэффициент «П», усл. ед.	2,0	2,64	1,62	1,09	1,43	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %		20,4 $\pm$ 4,2	17,5 $\pm$ 4,0	32,2 $\pm$ 7,6	34,2 $\pm$ 5,6	
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	27,7 $\pm$ 4,6	28,0 $\pm$ 4,6	28,0 $\pm$ 4,6	30,8 $\pm$ 7,4	33,4 $\pm$ 5,4	
Критическая частота слияний световых мельканий, $M \pm m$ , Гц	37,2 $\pm$ 0,24	36,2 $\pm$ 0,46	36,4 $\pm$ 0,34	34,8 $\pm$ 0,71	36,8 $\pm$ 0,59	
Кол-во измерений	93	93	93	36	72	

**Таблица 3.3** – Дневная динамика показателей ФСО учащихся 1-2-го классов на уроках без использования ИД

ПОКАЗАТЕЛИ	До уроков (I)	После уроков				Значимость различий
		1 (II)	2 (III)	3 (IV)	4 (V)	
Кол-во исследований	73	51	75	36	55	
Скорость работы (Кол-во просмотренных знаков), $M \pm m$	150,9 $\pm$ 5,6	144,4 $\pm$ 5,9	142,7 $\pm$ 5,9	152,2 $\pm$ 7,0	132,8 $\pm$ 5,9	$P_{IV-V} < 0,05$
Точность работы (кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн.), $M \pm m$	3,60 $\pm$ 0,23	6,59 $\pm$ 0,36	6,54 $\pm$ 0,30	3,65 $\pm$ 0,32	7,25 $\pm$ 0,36	$P_{I-II} < 0,001$ $P_{IV-V} < 0,001$
Коэффициент «П», усл. ед.	2,27	0,50	0,79	1,89	0,36	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	50,0 $\pm$ 6,8	42,2 $\pm$ 5,7	29,0 $\pm$ 7,4	49,1 $\pm$ 6,7	$P_{IV-V} < 0,001$
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	28,6 $\pm$ 5,2	39,3 $\pm$ 6,4	42,8 $\pm$ 5,6	41,0 $\pm$ 6,4	44,6 $\pm$ 6,6	
КЧСМ, Гц	35,3 $\pm$ 0,29	35,6 $\pm$ 0,38	34,9 $\pm$ 0,49	34,3 $\pm$ 0,46	34,6 $\pm$ 0,37	
Кол-во измерений	75	54	57	57	57	



**Таблица 3.4** – Показатели ФСО учащихся 1-2-х классов в динамике недели с использованием ИД в учебном процессе

<i>ПОКАЗАТЕЛИ</i>	Понедельник (I)	Вторник (II)	Среда (III)	Четверг (IV)	Пятница (V)	<i>Значимость различий</i>
Кол-во исследований	99	79	91	80	52	
Скорость работы (кол-во просмотренных знаков), $M \pm m$	169,1 $\pm$ 3,9	153,3 $\pm$ 4,2	158,5 $\pm$ 4,4	139,4 $\pm$ 4,5	159,2 $\pm$ 7,7	$P_{III-IV} < 0,05$ $P_{IV-V} < 0,05$
Точность работы (кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн.), $M \pm m$	9,38 $\pm$ 0,30	8,67 $\pm$ 0,33	8,21 $\pm$ 0,29	8,16 $\pm$ 0,32	9,42 $\pm$ 0,43	
Коэффициент «П», усл. ед.	1,88	1,90	2,47	0,94	2,10	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	35,5 $\pm$ 5,4	15,7 $\pm$ 4,5	30,1 $\pm$ 5,4	30,0 $\pm$ 5,9	11,4 $\pm$ 5,4	$P_{I-II} < 0,05$ $P_{IV-V} < 0,05$
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	23,2 $\pm$ 5,8	35,5 $\pm$ 5,4	35,7 $\pm$ 4,8	25,9 $\pm$ 4,9	28,8 $\pm$ 6,3	
КЧСМ, Гц	33,9 $\pm$ 0,40	38,6 $\pm$ 0,51	34,2 $\pm$ 0,36	37,8 $\pm$ 0,47	37,8 $\pm$ 0,54	$P_{I-II} < 0,001$
Кол-во измерений	90	90	90	72	63	

**Таблица 3.5** – Показатели ФСО учащихся 1-2-х классов в динамике недели без использования ИД в учебном процессе

<i>ПОКАЗАТЕЛИ</i>	Понедельник (I)	Вторник (II)	Среда (III)	Четверг (IV)	<i>Значимость различий</i>
Кол-во исследований	73	97	85	54	
Скорость работы (кол-во просмотренных знаков), $M \pm m$	152,0 $\pm$ 6,1	140,3 $\pm$ 4,2	146,3 $\pm$ 3,5	136,1 $\pm$ 4,2	$P_{I-IV} < 0,05$
Точность работы (кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн.), $M \pm m$	6,90 $\pm$ 0,31	5,03 $\pm$ 0,23	5,06 $\pm$ 0,24	6,12 $\pm$ 0,34	
Коэффициент «П», усл. ед.	0,58	1,54	0,81	0,79	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	58,2 $\pm$ 6,6	20,7 $\pm$ 4,6	52,1 $\pm$ 5,8	43,2 $\pm$ 8,1	$P_{I-II} < 0,001$ $P_{II-III} < 0,001$
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	41,9 $\pm$ 5,7	38,8 $\pm$ 4,9	50,5 $\pm$ 5,2	35,7 $\pm$ 6,4	
КЧСМ, Гц	33,2 $\pm$ 0,25	37,1 $\pm$ 0,43	33,2 $\pm$ 0,28	33,5 $\pm$ 0,63	$P_{II-III} < 0,001$
Кол-во измерений	72	105	90	54	

Анализ средненедельных показателей ФСО учащихся 1-2-х классов на уроках с использованием и без использования ИД представлен в Таблице 3.6.

Как следует из Таблицы 3.6, значение интегрального показателя УР, отражающего состояние всего коллектива, на уроках с использованием ИД было почти в 2 раза выше по сравнению с уроками, когда ИД не использовалась, и составило 1,72 усл. ед. против 0,9 усл. ед.

**Таблица 3.6** – Показатели функционального состояния организма учащихся 1-2-х классов на уроках с использованием и без использования ИД (средненедельные)

<i>Показатели ФСО учащихся</i>	<i>Уроки с ИД</i>	<i>Уроки без ИД</i>
Кол-во исследований	401	309
Кол-во прослеженных знаков (M±m)	156,5±2,3	144,2±2,5
Кол-во стандартиз-х ошибок (на 500 зн.), (M±m)	8,76±0,15	5,69±0,14
Интегральный показатель работоспособности, коэфф. «П», усл. ед.	1,72	0,90
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	26,4±3,2	42,1±3,2**
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	29,8±2,7	42,4±2,8**
Критическая частота слияния световых мельканий, (M±m), Гц	36,5±0,22	34,5±0,21**
Кол-во измерений	405	321

*Примечание* – \*\* –  $p < 0,01-0,001$ .

Распространенность среди учащихся изменений УР по неблагоприятному типу, свидетельствующих о явном и выраженном утомлении, на уроках с использованием ИД составила всего 26,4%. В контроле число сдвигов УР с явным и выраженным утомлением среди учащихся 1-2-х классов встречалось значительно чаще (42,1%,  $p < 0,01$ ). Результаты изучения психоэмоционального состояния первоклассников и второклассников показали, что распространенность дискомфортных эмоциональных состояний в коллективе при использовании ИД в учебном процессе существенно меньше, чем после традиционных уроков (29,5% против 42,4%,  $p < 0,01$ ). Критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ), отражающая функциональное состояние не только зрительного анализатора, но и ЦНС, также была выше в период использования ИД (36,5 Гц против 34,5 Гц,  $p < 0,001$ ), что свидетельствует о стимулирующем влиянии уроков с применением данного ЭСО на функциональное состояние центральной нервной системы.

При сравнении показателей ФСО учащихся 1-2-х классов после всех уроков с использованием ИД с таковыми после традиционных уроков мы получили более благоприятные реакции организма учащихся в ответ на учебную деятельность, подкрепленную использованием ИД (Таблица 3.7).

Так, количественные показатели выполнения корректурных тестов у детей были выше, т.е. они просматривали за 2 минуты 159,2 знака против 141,3 ( $p < 0,01$ ). Интегральный показатель УР в коллективе учащихся в 2,5 раза был выше, чем после традиционных уроков (1,74 усл. ед. против 0,63 усл. ед.), причем после уроков с использованием традиционной доски он был на 60% ниже допустимого уровня (1,0). Сопrotивляемость утомлению у учащихся на уроках с использованием ИД была достаточна высока. Об этом свидетельствует меньшее число учащихся, заканчивающих урок с явным и выраженным утомлением (26,9% против 43,3%,  $p < 0,01$ ). Число детей с ДЭС в динамике уроков с применением ИД так же было меньше (26,6% против 37,4%,  $p < 0,05$ ). На уроках с использованием ИД величина КЧСМ была выше (36,7 Гц против 34,3 Гц  $p < 0,01$ ), что говорит о большем напряжении ФС ЦНС учащихся на традиционных уроках.

**Таблица 3.7** – Показатели ФСО учащихся 1-2-х классов после уроков с использованием и без использования ИД

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

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

Таким образом, изучение влияния использования ИД в учебном процессе на ФСО учащихся 1-2-х классов выявило преимущество такой формы обучения перед традиционной, выражающееся в более благоприятных характеристиках УР, зрительного анализатора и психоэмоционального состояния учащихся в течение учебного дня и недели.

Как показали наши исследования, использование интерактивной доски в учебном процессе учащихся 3-4-х классов, способствовало не только более стабильному функционированию изучаемых систем организма, но и улучшению показателей ФСО учащихся в динамике недели (Таблицы 3.8–3.9). В оба периода исследований средние показатели за неделю – объем и точность выполнения школьниками корректурных тестов – были практически равными, интегральный показатель умственной работоспособности – коэффициент «П» был выше допустимого уровня (1,0 усл. ед.). Однако при использовании ИД в учебном процессе его значение в 1,5 раза было выше, чем при традиционном обучении (2,74 усл. ед. против 1,83 усл. ед.) (Таблицы 3.8–3.9).

**Таблица 3.8** – Показатели ФСО учащихся 3-4-х классов в динамике недели с использованием ИД в учебном процессе

<i>ПОКАЗАТЕЛИ</i>	<i>Начало Недели (I)</i>	<i>Середина Недели (II)</i>	<i>Конец Недели (III)</i>	<i>Значимость различий</i>
Кол-во исследований	44	55	60	
Кол-во просмотренных знаков, М±m	192,1±9,50	195,1±8,1	197,0±7,7	
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., М±m	8,22±0,43	8,52±0,39	9,98±0,41	$P_{II-III} < 0,05$
Коэффициент «П», усл. ед.	2,60	1,73	1,27	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	21,7±8,6	21,6±6,8	18,6±5,9	
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	30,4±6,8	22,8±5,6	29,7±5,7	
КЧСМ, М±m, Гц	33,4±0,32	33,8±0,35	34,8±0,24	
Кол-во измерений	42	63	63	

При использовании традиционной доски обучении сопротивляемость утомлению на протяжении всей недели у учащихся 3-4-х классов была снижена. Так, распространенность в коллективе изменений УР, отражающих явное и выраженное утомление, после уроков без использования ИД колебалась от 34,8% случаев в начале недели до 50,0% в конце её, а за неделю составила 36,3%. Таких изменений УР было значительно меньше при использовании ИД в учебном процессе: после уроков их число не превышало популяционное значение (30,0%) (Таблица

3.8). Частота случаев явного и выраженного утомления за неделю составила 20,4% против 36,3% на традиционных уроках ( $p = 0,05$ ). Величина КЧСМ в оба периода исследований на протяжении всей недели оставалась практически на одном уровне.

**Таблица 3.9** – Показатели ФСО учащихся 3-4-х классов в динамике недели без использования ИД в учебном процессе

<i>ПОКАЗАТЕЛИ</i>	<i>Начало Недели (I)</i>	<i>Середина Недели (II)</i>	<i>Конец Недели (III)</i>	<i>Значимость различий</i>
Кол-во исследований	46	65	68	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	218,6 $\pm$ 8,01	195,0 $\pm$ 6,4	220,0 $\pm$ 7,4	
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	11,78 $\pm$ 0,51	7,41 $\pm$ 0,34	7,55 $\pm$ 0,33	$P_{I-II} < 0,05$
Коэффициент «П», усл. ед.	0,82	1,62	2,10	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	34,8 $\pm$ 9,9	22,7 $\pm$ 6,3	50,0 $\pm$ 7,4	$P_{II-III} < 0,05$
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	18,8 $\pm$ 5,6	28,8 $\pm$ 5,6	27,5 $\pm$ 5,4	
КЧСМ, $M \pm m$ , Гц	33,9 $\pm$ 0,27	33,8 $\pm$ 0,27	35,2 $\pm$ 0,42	
Кол-во измерений	36	54	54	

Дискомфортное эмоциональное состояние в коллективе встречалось одинаково часто: 22,8–30,4% на уроках с использованием ИД и 18,8–28,8% – без использования ИД. Сравнили влияние уроков, на которых использовали ИД, и уроков без ее использования на ФСО школьников. Уроки с использованием ИД в учебном процессе оказались менее утомительными для школьников 3-4-х классов по сравнению с традиционными уроками (Таблица 3.10, Рисунок 3.1).

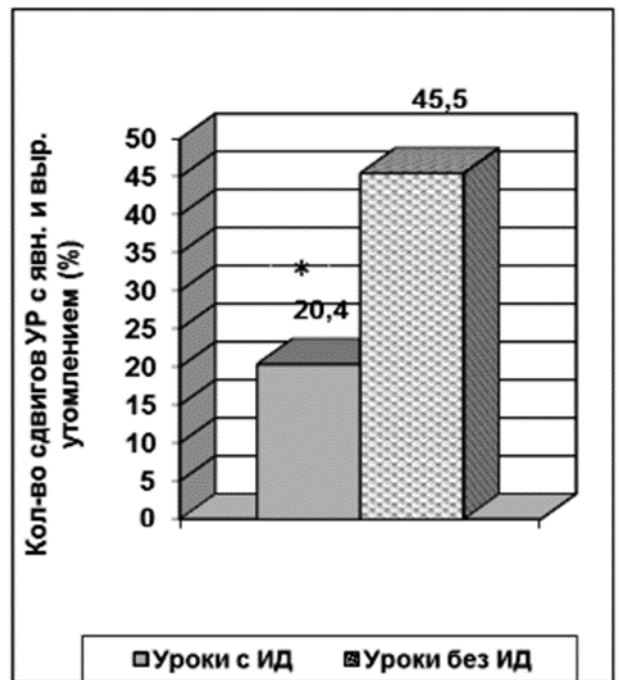
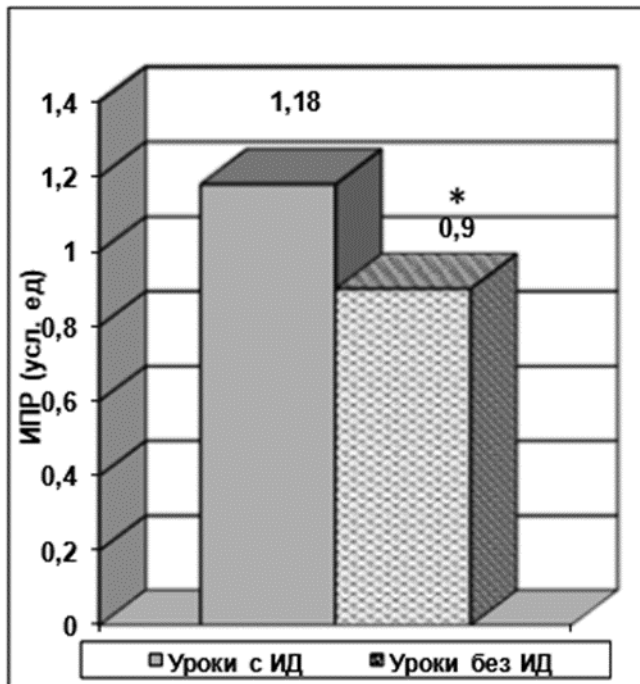
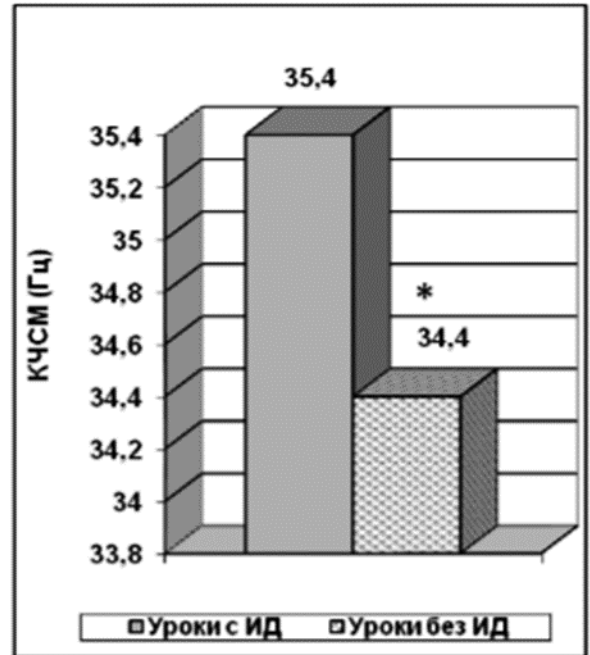
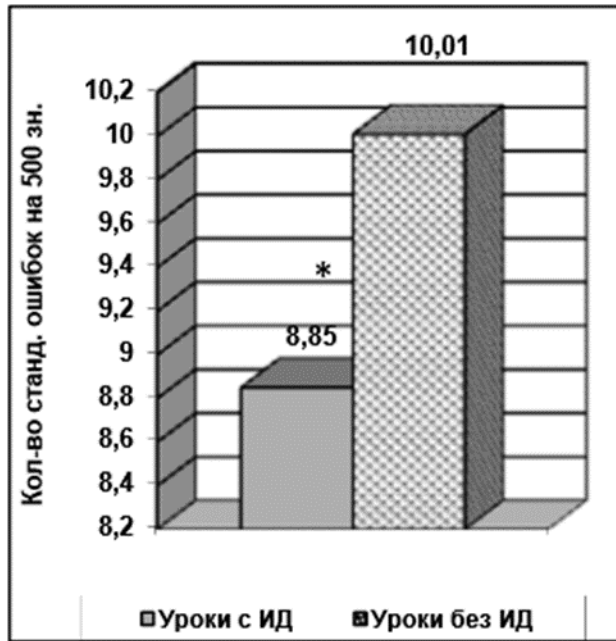
**Таблица 3.10** – Показатели ФСО учащихся 3-4-х классов на уроках с использованием и без использования ИД

<i>ПОКАЗАТЕЛИ</i>	<i>Уроки с ИД</i>	<i>Уроки без ИД</i>
Кол-во исследований	99	112
Кол-во прослеженных знаков, $M \pm m$	197,5 $\pm$ 5,6	199,8 $\pm$ 5,4
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	8,85 $\pm$ 0,30	10,01 $\pm$ 0,30**
Интегральный показатель работоспособности, коэф-т «П», усл. ед.	1,18	0,90
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	20,4 $\pm$ 4,0	45,5 $\pm$ 4,7**

## Продолжение Таблицы 3.10

Кол-во ДЭС, %	30,6±4,6	34,2±4,5
КЧСМ, М±m, Гц	35,4±0,33	34,4±0,38*
Кол-во измерений	105	90

Примечание – \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01-0,001$ .



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

**Рисунок 3.1** – Показатели ФСО учащихся 3-4-х классов на уроках с использованием и без использования ИД

При равных количественных показателях выполнения корректурных заданий учащиеся этой возрастной группы на уроках с использованием ИД делали меньше ошибок в тестах (8,85 против 10,01,  $p < 0,01$ ), интегральный показатель УР – коэффициент «П» был несколько выше (1,18 усл. ед против 0,9 усл. ед). При использовании ИД учащиеся в 2 раза реже заканчивали урок с явным и выраженным утомлением (20,4% против 45,5%,  $p < 0,01$ ), а значение величины КЧСМ было выше (35,4 Гц против 34,4 Гц,  $p < 0,05$ ).

Сравнительный анализ результатов исследования ФСО как у учащихся 1-2-х, так и 3-4-х классов, в оба периода наблюдений (работа с ИД и без неё) выявили более благоприятные показатели изучаемых систем на уроках с использованием ИД. Таким образом, физиологическая стоимость урока при использовании ИД несколько снижается, что обусловлено активизирующим ее влиянием на ЦНС, повышением учебной мотивации и работоспособности учащихся.

Полученные данные согласуются с результатами научных исследований по изучению влияния на ФСО учащихся технических средств обучения (ТСО) «первых поколений»: диапроекторов, магнитофонов, телевизоров и др. [Самотолкина Н. Г., 1970; Глушкова Е. К., 1983; Мордвинов А. Г., 1990] и рассматривающих последние как фактор оптимизации учебных занятий. Так же, как и другие ТСО, применение ИД положительно действует на ФСО учащихся, эмоционально активизирует нервную систему, повышая УР учащихся только при соблюдении гигиенически обоснованных требований к размещению и организации работы с ними. Наряду с этим, на уроке ускоряется темп работы, увеличивается объем предъявляемой школьнику информации, повышается нагрузка на его нервную и зрительную систему, что потенциально увеличивает риск развития более выраженного утомления учащихся.

Оценивая работу с ИД, как один из видов учебной деятельности на уроке, мы рассматривали непрерывную и суммарную продолжительность ее использования. Учитывая групповой характер использования ИД, в условиях естественного гигиенического эксперимента крайне затруднительна регламентация непрерывной продолжительности работы с ИД. Поэтому мы, базируясь на существующих в ги-

гигиене детей и подростков представлениях о регламентах непрерывной продолжительности любого вида учебной деятельности, составляющих не более 5–7 минут для начальной школы и 10 минут – для средней школы, здесь и далее будем говорить о суммарной длительности использования ИД на учебном занятии.

Для обоснования допустимой суммарной длительности использования ИД на уроке проанализировали показатели ФСО учащихся 1-2-х и 3-4-х классов в зависимости от длительности применения интерактивной доски (Таблицы 3.1–3.12).

**Таблица 3.11** – Показатели ФСО и учебной деятельности учащихся 1-2-х классов на уроках с различной продолжительностью работы с ИД

ПОКАЗАТЕЛИ	Суммарная продолжительность использования ИД в минутах				Значимость различий
	15 (I)	20 (II)	25 (III)	30 и более (IV)	
Кол-во исследований	317	299	111	94	
Кол-во просмотренных знаков, М±m	144,5±3,40	160,9 ±4,5	159,3±6,1	161,8±6,0	
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., М±m	6,53±0,14	6,87±0,15	8,91±0,28	8,8±0,31	P <sub>I-II</sub> < 0,01
Коэффициент «П», усл. ед.	1,43	1,64	1,77	1,62	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	30,0±2,6	26,9±3,2	23,4±4,1	35,0±5,5	
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	20,3±2,2	27,5±2,6	27,0±4,2	25,3±4,5	
КЧСМ, М±m, Гц.	36,8±0,19	36,6±0,18	36,5±0,21	36,0±0,24	P <sub>I-IV</sub> < 0,05
Кол-во измерений	42	63	63	168	
Среднее значение ОА, М±m, дптр	7,2±0,49	7,0±0,4	7,4±0,52	6,7±0,33	P <sub>III-IV</sub> < 0,01
Число измерений АО	47	45	39	45	
Плотность урока, %	78,0	75,0	85,5	80,0	
Кол-во смен видов учебной деятельности на уроке	5	6	9	7	

Наряду с продолжительностью использования доски учитывали плотность урока – время, затраченное непосредственно на учебную деятельность, выраженное в процентах от общей продолжительности урока, а также количество смен различных видов учебной деятельности на уроке (чтение, письмо, ответы и т.п.). Плотность урока – это показатель, отражающий степень интенсификации учебной деятельности. По существующим в гигиене детей и подростков представлениям,



отраженным в санитарном законодательстве, для начальной школы оптимальной является плотность урока в пределах 60–80%, число видов учебной деятельности на уроке – 4–7.

**Таблица 3.12** – Показатели ФСО и учебной деятельности учащихся 3-4-х классов на уроках с различной суммарной продолжительностью использования ИД

ПОКАЗАТЕЛИ	Суммарная продолжительность использования ИД в минутах				Значимость различий
	15 (I)	20 (II)	25 (III)	30 и более (IV)	
Кол-во исследований	369	144	94	80	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	208,0 $\pm$ 3,8	210,5 $\pm$ 6,5	212,7 $\pm$ 7,1	209,6 $\pm$ 7,7	
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	6,50 $\pm$ 0,18	6,60 $\pm$ 0,21	5,84 $\pm$ 0,25	5,72 $\pm$ 0,27	$P_{IV-V} < 0,05$
Коэффициент «П», усл. ед.	1,26	1,2	1,17	1,19	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	34,8 $\pm$ 3,2	35,3 $\pm$ 4,7	32,5 $\pm$ 5,2	33,3 $\pm$ 5,3	$P_{V-VI} < 0,05$
Кол-во ДЭС, %	22,4 $\pm$ 2,2	26,3 $\pm$ 3,7	26,1 $\pm$ 4,5	27,5 $\pm$ 4,9	
КЧСМ, $M \pm m$ , Гц	37,7 $\pm$ 0,13	37,5 $\pm$ 0,21	37,5 $\pm$ 0,28	37,2 $\pm$ 0,32	$P_{IV-V} < 0,05$
Кол-во измерений	470	160	75	63	
Плотность урока, %	79,0	80,5	77,0	79,9	
Кол-во смен видов учебной деятельности на уроке	6	7	4	7	

Примечание – \* –  $p < 0,05$ .

Анализ результатов исследований ФСО на уроках с различной продолжительностью использования ИД показал следующее.

Так, при использовании на уроках в 1-2-х классах ИД в течение 25 минут снижалась только точность выполнения корректурных тестов: учащиеся делали больше ошибок (8,91 против 6,53 и 6,87 при длительности работы с ИД 15 и 20 мин). По нашему мнению, это связано не столько с длительностью использования ИД, сколько с высокой интенсивностью учебной работы – с превышением оптимальной плотности урока (85,5% против 80% рекомендуемой) и количества смен видов учебной деятельности (9 смен против 7 рекомендуемых) (Таблица 3.1). Интегральный показатель работоспособности – коэффициент «П» на уроках с различной продолжительностью использования ИД был выше допустимого уровня и

колебался от 1,43 до 1,77 усл. ед. Однако случаи явного и выраженного утомления у школьников 1-2-х классов встречались чаще при работе с ИД суммарной длительностью 30 мин – (35%). Значения этого показателя превышали популяционный уровень. После уроков, на которых учащиеся 1-2-х классов работали с ИД 15–25 мин, таких изменений УР было меньше (30,0–23,4%). Следует отметить, что плотность урока и количество смен видов учебной деятельности на уроках в 1-2-х классах практически не превышали оптимальные показатели (Таблица 3.11).

Следует отметить, что и ФС зрительного анализатора существенно изменялось у школьников только после уроков с суммарной длительностью использования ИД 30 мин. Так, средние значения КЧСМ колебались от 36,5 до 36,8 Гц, а объем аккомодации от 7,0 до 7,4 дптр. При увеличении времени работы с ИД до 30 минут величина КЧСМ снижалась до 36,0 Гц против 36,8 Гц ( $p < 0,05$ ) и регистрировалась тенденция к снижению значения объема аккомодации, что обусловлено утомлением цилиарной мышцы глаза (Таблица 3.11).

Анализ результатов изучения влияния на ФСО учащихся 3-4-х классов уроков с использованием ИД не выявил существенных различий между показателями изучаемых систем организма в зависимости от длительности использования ИД от 15 до 30 мин включительно. Работа с ИД более 30 мин сопровождалась у детей снижением уровня умственной работоспособности (Таблица 3.12). Так, к концу этих уроков качественные и количественные показатели выполнения корректурных заданий по сравнению с другими уроками были значимо хуже: учащиеся просматривали 189,8 знаков против 208,0–212,7 знаков, ( $p < 0,05$ ), делая при этом больше ошибок – 7,49 против 5,73–6,6 ( $p < 0,01$ ), коэффициент «П» был меньше допустимого уровня (1,0 усл. ед.) и составил 0,79 усл. ед. против 1,17–1,26 усл. ед. на уроках с меньшей продолжительностью использования ИД. Сопrotивляемость утомлению у обучающихся при продолжительности работы с ИД свыше 30 минут была самой низкой: 43,5% детей заканчивали урок с признаками явного и выраженного утомления. Таких детей на других уроках было достоверно меньше (32,5–35,3%,  $p < 0,05$ ).

Результаты исследования лабильности зрительного анализатора учащихся 3-4-х классов в зависимости от длительности использования ИД на уроке свидетельствуют о том, что средние величины КЧСМ значимо не отличались друг от друга при работе с ИД от 15 до 30 мин и колебались от 37,7 до 37,2 Гц. При использовании ИД на уроке более 30 мин значение КЧСМ было существенно ниже (36,2 Гц,  $p < 0,01$ ).

В специальной серии исследований у 15 учащихся 2-3-х классов в динамике учебного дня (до уроков и после каждого урока с использованием интерактивной доски) проведено измерение скорости простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР). Скорость ПЗМР позволяет оценить интегральные характеристики центральной нервной системы учащихся. Время ПЗМР может изменяться в зависимости от функционального состояния организма. При ухудшении функционального состояния показатель скорости реакции уменьшается, т.е. время ПЗМР увеличивается. В процессе обучения отслеживали время ПЗМР после уроков с различной продолжительностью работы с ИД (Таблица 3.13).

**Таблица 3.13** – Время простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) школьников 2-3-х классов в зависимости от длительности использования ИД на уроке (в мс)

Длительность использования ИД	Время ПЗМР	Значимость различий
	М±м (мс)	
15–20 минут (n = 13)	261,5±5,5	$p < 0,05$
21–25 минут (n = 10)	237,2±9,04	$p > 0,05$
26–30 минут (n = 11)	250,4±10,5	

Выявлено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) различие между временем ПЗМР после урока, на котором ИД использовалась 21–25 минут по сравнению с результатами исследования, полученным после работы с ИД в течение 16–20 минут. Т.е. наблюдается улучшение функционального состояния организма школьников младших классов – увеличивается скорость их зрительно-моторной реакции при увеличении времени применения ИД на уроке (с 20 до 25 минут) и далее, с увеличением длительности использования данного электронного средства до 30 минут ПЗМР значимо не изменяется.

Полученные результаты также свидетельствуют об активизирующем влиянии использования интерактивной доски на функциональное состояние центральной нервной системы организма ребенка.

Таким образом, основываясь на динамике показателей функционального состояния организма школьников при работе с интерактивной доской, можно заключить, что безопасная суммарная продолжительность использования ИД на уроке для учащихся 1-2-х классов составляет не более 25 мин, а для учащихся 3-4-х классов – не более 30 минут.

В течение учебного дня ИД как в 1-2-х классах, так и в 3-4-х классах, как правило, использовалась не более чем на трех уроках. Дневные динамики показателей ФСО учащихся при использовании ИД в большинстве случаев свидетельствуют об отсутствии отличий (а по коэффициенту «П» и доле сдвигов УР с явным и выраженным утомлением – имеют лучшие значения Таблицы 3.4, 3.5, 3.8, 3.9), чем в те дни, когда ИД не использовалась. Учитывая вышеизложенное, можно рекомендовать безопасное время применения ИД за весь учебный день: в 1-2-х классах – не более 1 часа 20 минут; в 3-4-х классах – 1 часа 30 минут.

Непрерывная продолжительность использования интерактивной доски не должна превышать – в 1–4-х классах – 5–7 минут, что основывается на рекомендациях по оптимальной продолжительности любых видов учебной деятельности на уроке. При этом имеет принципиально важное значение соблюдение гигиенических рекомендаций к размещению и использованию интерактивной доски (отсутствие бликования, достаточные уровни освещенности и расстояния до учебных столов и углы рассматривания; гигиенически рациональная организации урока: соблюдение плотности уроков 60–80%, число смен видов учебной деятельности – не более 7; проведение физкультминуток для снятия зрительного и статического напряжения).

### 3.4. Оценка влияния учебных занятий с использованием интерактивной доски на функциональное состояние организма школьников средних классов

Изучение влияния образовательной нагрузки с использованием интерактивной доски на ФСО школьников в 7-8-х классах проводилось на 78 уроках. ИД применялась практически на всех учебных занятиях, за исключением уроков физической культуры, музыки, изобразительного искусства.

Под наблюдением было 77 учащихся. Длительность использования ИД за учебный день в 7-8-х классах колебалась от 63 до 143 минут. А суммарная длительность применения интерактивной доски за урок составляла от 8 до 30 минут.

Исследование УР школьников 7-х классов в динамике дня не выявило значимых изменений её показателей от начала к концу уроков (Таблица 3.14).

**Таблица 3.14** – Показатели функционального состояния организма учащихся 7-го класса в динамике учебного дня (на уроках применялась ИД)

<i>Показатели</i>	<i>В начале учебного дня</i>	<i>В конце учебного дня</i>
Кол-во исследований	60	53
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	315,2 $\pm$ 10,35	317,7 $\pm$ 9,43
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	8,57 $\pm$ 0,38	7,83 $\pm$ 0,38
Коэффициент «П», усл. ед.	1,83	2,0
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	24,5 $\pm$ 6,1
Эмоциональное состояние:		
– кол-во радостных эмоциональных состояний, %	37,3 $\pm$ 5,4	41,8 $\pm$ 5,7
– кол-во уравновешенных эмоциональных состояний, %	23,7 $\pm$ 4,5	27,3 $\pm$ 4,8
– кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	39,0 $\pm$ 5,5	30,9 $\pm$ 5,1
– кол-во исследований	59	55

*Примечание* –  $p > 0,05$ .

Так, в утренних исследованиях семиклассники просматривали 315,2 знака, делая при этом 8,57 ошибок, после занятий эти значения оставались практически на том же уровне (317,7 и 7,83 соответственно). Интегральный показатель УР – коэффициент преобладания отлично и хорошо выполненных корректурных тестов

в оба периода был выше допустимого значения (1,0 усл. ед.) и составил 1,88 усл. ед. в начале уроков и 2,0 усл. ед. в конце учебного дня. Признаки явного и выраженного утомления в коллективе семиклассников после учебного дня встречались в 25,4% случаев, что не превышало значения, характерного для школьной популяции – 30,0%, и свидетельствует о том, что организация учебного процесса соответствовала функциональным возможностям большинства учащихся.

На это указывает и оценка психоэмоционального состояния в коллективе семиклассников. От начала к концу учебного дня зафиксировано некоторое улучшение психоэмоционального состояния (на уровне тенденции): несколько увеличилась распространённость комфортных, спокойных состояний и снизилось количество тревожных проявлений в эмоциональной сфере с 39,0% случаев до 30,0%, и их число соответствовало популяционным значениям (30,0%).

Показатели УР на уроках с применением ИД у восьмиклассников так же, как и у семиклассников, практически не изменялись от начала к концу учебного дня (Таблица 3.15).

**Таблица 3.15** – Показатели функционального состояния организма учащихся 8-го класса в динамике учебного дня (на уроках применялась ИД)

<i>Показатели</i>	<i>В начале учебного дня</i>	<i>В конце учебного дня</i>
Кол-во исследований	130	134
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	342,5 $\pm$ 7,85	346,0 $\pm$ 7,74
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	6,66 $\pm$ 0,23	6,43 $\pm$ 0,22
Коэффициент «П», усл. ед.	1,43	1,45
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	26,4 $\pm$ 3,9
Эмоциональное состояние:		
– кол-во радостных эмоциональных состояний, %	34,4 $\pm$ 4,4	37,1 $\pm$ 4,4
– кол-во уравновешенных эмоциональных состояний, %	15,6 $\pm$ 3,5	12,9 $\pm$ 3,3
– кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	50,0 $\pm$ 4,2	50,0 $\pm$ 4,1
– кол-во исследований	128	132
КЧСМ, Гц	32,4 $\pm$ 0,41	32,2 $\pm$ 0,40
– кол-во исследований	90	90

*Примечание* –  $P > 0,05$ .

Так, после уроков подростки просматривали 346,0 знаков, а до урока 342,5 знака, делая при этом 6,43 и 6,66 ошибок соответственно. Значения интегрального показателя УР, отражающего состояние всего коллектива, как до, так и после учебного дня превышали допустимое значение (1,0 усл. ед.), были практически равными и составили 1,43 и 1,45 усл. ед. соответственно.

Получены практически равные значения КЧСМ до и после уроков: 32,4 Гц и 32,2 Гц соответственно, что говорит об отсутствии напряжения функционального состояния ЦНС. Об этом же свидетельствовала и высокая сопротивляемость школьников развитию утомления: только в 26,4% случаев в коллективе регистрировались признаки явного и выраженного утомления, что меньше значения, характерного для школьной популяции (30,0%). Вместе с тем тревожные, дискомфортные проявления в эмоциональной сфере регистрировались в 50,0% случаев в оба периода исследований, что характерно для современных подростков.

Проанализированы особенности психофизиологических реакций учащихся 7-8-х классов в процессе обучения с ИД. В динамике учебного дня регистрировались реакции детей на движущийся объект (РДО). Анализ данных показал, что при использовании ИД более двух часов в течение учебного дня получены однонаправленные изменения РДО, выражающиеся в снижении скорости и точности реагирования и ухудшении сбалансированности нервных процессов (Таблица 3.16).

**Таблица 3.16** – Динамика показателей РДО у школьников 7–8-х классов в зависимости от длительности использования ИД на уроках

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

Учитывая тот факт, что в течение учебного дня ИД использовали не более чем на 3-4-м уроках, следовательно, в среднем за урок суммарное время применения доски превышало 30 минут.

От начала к концу занятий статистически значимо уменьшалась доля школьников с уравновешенным состоянием нервных процессов с  $43,0\% \pm 13,2$  до 0 ( $p < 0,01$ ); а число детей с преобладанием силы торможения нервных процессов увеличивалось с  $36,0 \pm 11,3\%$  до  $71,0 \pm 10,6\%$  ( $p < 0,05$ ); наряду с этим увеличивалось с  $22,0 \pm 9,8\%$  до  $67,0 \pm 6,90\%$  ( $p < 0,001$ ) количество учащихся с преобладанием процессов возбуждения.

Это позволяет заключить, что суммарное время использования ИД более 2 часов в течение учебного дня оказывает негативное влияние на деятельность нервной системы, что отражается на показателях сложной сенсомоторной реакции, разновидностью которой является РДО. Таким образом, суммарное использование ИД на уроке не более 30 минут и в течение учебного дня – не более двух часов не сопровождается выраженным утомительным воздействием на функциональное состояние организма учащихся 7-8-х классов.

### **Резюме**

Применение интерактивной доски как электронного средства группового использования характеризуется неоднозначным влиянием на организм учащихся: наряду с повышением устойчивости функционального состояния организма школьников в процессе занятий увеличивается темп учебной работы и объем предъявляемой информации, обуславливающие возможность выраженного утомления школьников, что согласуются с результатами научных исследований по изучению влияния на ФСО учащихся технических средств обучения «первых поколений» [Глушкова Е. К., 1967–1983; Самотолкина Н. Г., 1970; Мордвинов А. Г., 1990; Степанова М. И., Сазанюк З. И., Шумкова Т. В., 2003].

Систематическое использование ИД на уроках определяет необходимость регламентации времени работы на ней, которая обеспечит безопасность учебных занятий для здоровья учащегося, ухудшения его функционального состояния, отсрочит наступление утомления и переутомления на уроке.



Полученные результаты позволяют обосновать следующие регламенты безопасного использования интерактивной доски в учебном процессе:

Суммарная продолжительность использования интерактивной доски на уроках в 1-2-х классах не должна превышать 25 минут; в 3-4-м классе и старше – не более 30 минут. Общая продолжительность использования ИД в течение учебного дня – в 1-2-х классах – не более 1 часа 20 минут; в 3-4-х классах – 1 часа 30 минут; в средних классах – не более 2 часов.

Непрерывная продолжительность использования интерактивной доски не должна превышать – в 1–4-х классах – 5–7 минут, в 5–9-х классах – 10 минут, что основывается на рекомендациях по безопасной продолжительности любых видов учебной деятельности на уроке.

Обоснованные гигиенические регламенты по использованию интерактивных досок на уроке нашли свое отражение в СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологических требованиях к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях» (Изменение № 3 от 24.11.2015).

Работа с ИД в соответствии с гигиеническими регламентами при условии рационального, с гигиенической точки зрения ее использования (размещение в классе, достаточная освещенность, отсутствие бликования, соблюдение основных требований к оформлению информации на экране, использование спящего режима доски при прекращении работы с ней и т.п.), будет способствовать поддержанию устойчивости функционального состояния организма учащихся в течение урока и учебного дня и снижению утомительного влияния учебных занятий.

## **Глава 4. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

### **4.1. Гигиеническое обоснование регламентов безопасного использования в учебном процессе персональных компьютеров с жидкокристаллическим монитором**

Данные проводимых ранее в гигиене детей и подростков исследований по влиянию и регламентации учебной работы школьников за персональными компьютерами (ПК) базировались на изучении ФСО учащихся при работе на ПК с мониторами, основанными на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ-монитор) (первое поколение) [Глушкова Е. К., 1988; Гуменер П. И., Глушкова Е. К., Сазанюк З. И., Степанова М. И., Шумкова Т. В., 1991, 1993; Текшева Л. М., Элькнина Е. В., Перминов М. А., 2004]. В настоящее время эти мониторы уже практически не применяются. Используемые в большинстве школ страны современные жидкокристаллические (ЖК) мониторы создают гораздо более благоприятные условия для зрительной работы пользователя: обеспечивают качественное контрастное, яркое, отчетливое изображение, а электромагнитное излучение практически отсутствует [Мирошниченко С. П., Серба П. В., 2005; Савичев А. В., Чельшев А. Г., Шарапов Р. В., 2011].

Плоский экран (в отличие от выпуклого ЭЛТ-монитора), отсутствие мерцания, большая видимая область экрана, лучший контраст изображения обеспечивают меньшую зрительную нагрузку. Смена парка персональных компьютеров в образовательных учреждениях актуализировала пересмотр гигиенических регламентов их безопасного использования на уроках.

Исследования функционального состояния организма школьников проводились в условиях естественного гигиенического эксперимента в общеобразовательных учреждениях. Занятия с использованием персональных компьютеров с ЖК-мониторами ASUS VX239H (диагональ – 23 дюйма) и АОС I2381FH (диагональ – 23 дюйма) были организованы в кабинетах информатики. Размер диагонали ПК согласно «Перечню и техническим требованиям к интерактивному аппаратно-программному комплексу для общеобразовательных учреждений» (Приказ Рособразования от 22.02.2008 № 132) должен быть не менее 19 дюймов.

Исследования проводились в условиях естественного гигиенического эксперимента. Занятия с использованием персональных компьютеров с жидкокристаллическим (ЖК) монитором были организованы в кабинетах информатики. Показатели микроклимата, световой среды и расстановка ПК соответствовали действующим санитарным правилам. Занятия с использованием ПК проводились при изучении различных учебных предметов 1–9-х классах (преимущественно информатика) и в разное время в сетке расписания уроков. Показатели ФСО регистрировали в динамике каждого урока с использованием компьютера. Результаты показателей функционального состояния организма школьников в динамике занятий без применения ПК, использовали в качестве контроля.

Согласно классификации технических средств обучения [Кучма В. Р. с соавт., 2013] ПК используется для индивидуальной формы организации занятий с активным характером обучения. Поэтому применение персонального компьютера требует более строгой регламентации времени воздействия, чем, например, ИД, являющейся ЭСО группового использования с активно-пассивным характером обучения. В данном исследовании, говоря о длительности использования ПК, мы подразумевали время его непрерывного использования на уроке.

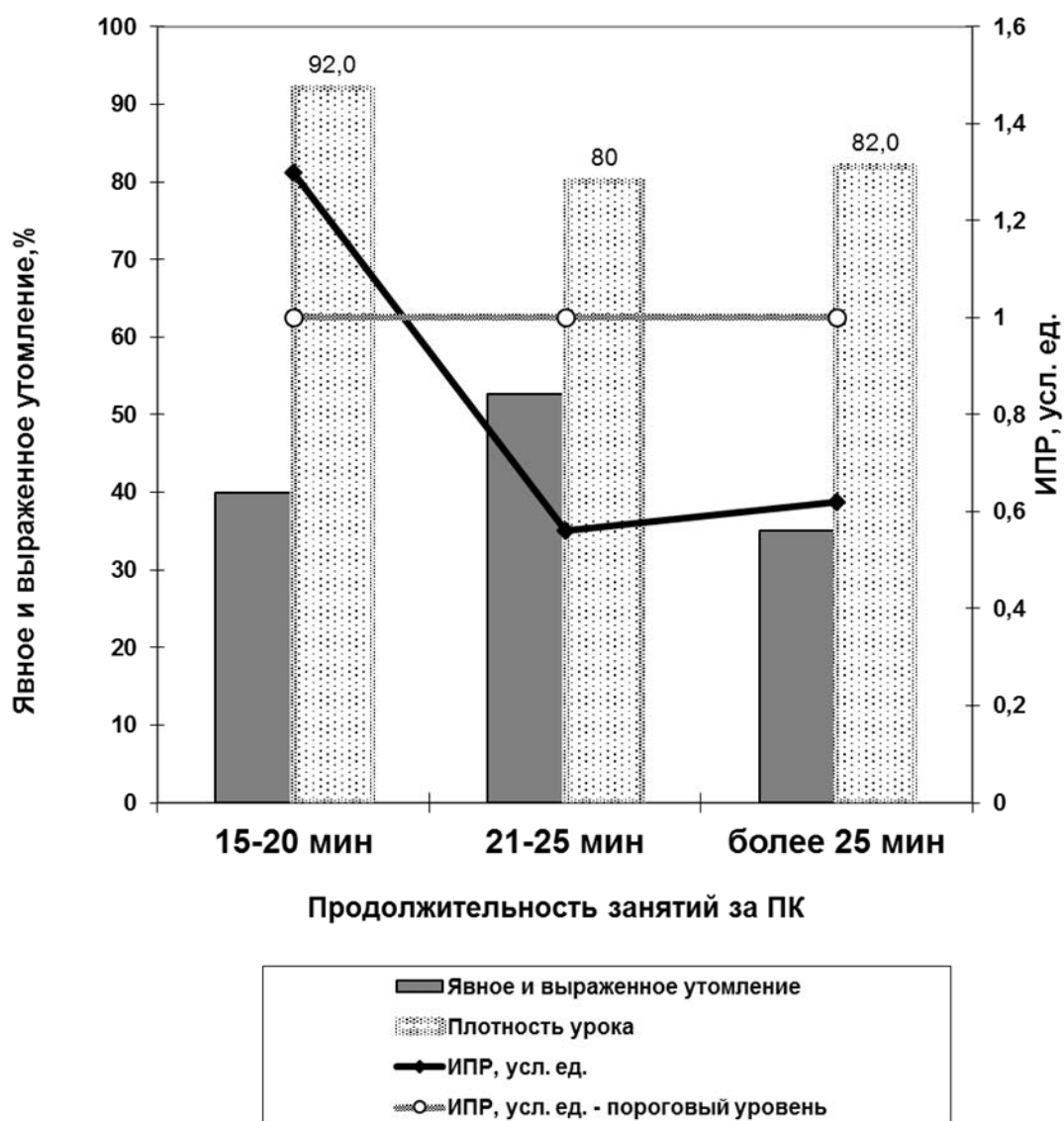
Результаты изучения показателей ФСО учащихся 1-2-х классов на уроках с различной длительностью использования ПК представлены в Таблице 4.1 и Рисунке 4.1. После каждого урока независимо от длительности работы за компьютером у учащихся регистрировалось снижение уровня умственной работоспособности (УР) по сравнению с таковым до уроков.

**Таблица 4.1** – Динамика показателей функционального состояния организма и учебной деятельности учащихся 1-2-х классов в зависимости от длительности использования компьютера на уроке

ПОКАЗАТЕЛИ	Длительность занятий за ПК						P
	15–20 минут		21–25 минут		более 25 минут		
	до урока (I)	после урока (II)	до урока (III)	после урока (IV)	до урока (V)	после урока (VI)	
Кол-во исследований	40	40	88	88	41	41	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	185,2±6,9	152,1±7,1	163,1±5,9	142,9±6,1	153,8±6,9	168,2±7,2	$P_{I-II} < 0,01$ $P_{III-IV} < 0,05$

Продолжение Таблицы 4.1

Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	5,33±0,37	8,38±0,46	6,33±0,27	7,51±0,29	8,56±0,46	9,96±0,49	$P_{I-II} < 0,01$ $P_{III-IV} < 0,05$ $P_{V-VI} < 0,05$
Коэф-т «П», усл. ед.	1,7	1,3	1,08	0,56	1,09	0,62	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	40,0±7,6	–	52,6±5,3		35,0±7,4	
КЧСМ, Гц	34,9±0,3	35,0±0,32	35,7±0,35	36,0±0,31	35,5±0,44	35,6±0,11	
Кол-во измерений	72	72	72	72	64	64	
ОА, дптр.	8,0±0,36	8,6±0,38	9,7±0,28	10,3±0,3	9,1±0,33	9,8±0,36	
Кол-во измерений	30	30	54	54	39	39	
Коэф-т утомления, %		-7,5		-6,2		-7,1	
Плотность урока, %	92,0		79,0-80,0		75,0		
Кол-во смен видов деятельности на уроке	8		6		7		



**Рисунок 4.1** – Динамика показателей функционального состояния организма учащихся 1-2-х классов в зависимости от длительности занятий за компьютером

Снижались количественные и качественные показатели выполнения корректурных заданий. Так, учащиеся меньше просматривали знаков в корректурных тестах, делая при этом больше ошибок. Интегральный показатель УР – коэффициент преобладания «П», отражающий соотношение отлично и хорошо выполненных работ в коллективе к неудовлетворительно и плохо выполненным работам, после урока при 15–20-минутной длительности занятий за компьютером, незначительно снижался по сравнению с исходным значением, оставаясь выше характерного для школьной популяции уровня (1,7 усл. ед. и 1,3 усл. ед. соответственно). При увеличении непрерывной длительности использования ПК (до 25 мин и более) на уроке у детей этого возраста интегральный показатель УР к концу урока снижался почти в 2 раза: с 1,08–1,09 усл. ед. до 0,56–0,62 усл. ед. соответственно. От 35,0% до 52,0% школьников заканчивали такие уроки с признаками явного и выраженного утомления, причем их число превышало популяционные значения (30,0%).

Ухудшение показателей умственной работоспособности учащихся на уроках после использования ПК в течение 15–20 минут можно объяснить, используя результаты хронометражных наблюдений за учебной деятельностью в процессе урока. На этих занятиях интенсификация учебной работы была самой высокой и составила 92%, что не соответствует существующим гигиеническим представлениям об оптимальной плотности уроков в начальной школе – 60–80%. Также зарегистрировано превышение рекомендуемого количества смен видов учебной деятельности (8 смен видов против 7 рекомендуемых). Несмотря на это, коэффициент «П» находился на уровне, превышающем характерный для школьной популяции (1,7 усл. ед. и 1,3 усл. ед. соответственно). На других занятиях (при относительно оптимальной плотности урока 79,0–80,0% и оптимальном количестве смен ВУД – 6) ухудшение показателей умственной работоспособности связали с достаточно большой непрерывной продолжительностью работы за ПК. Результаты исследований функционального состояния центрального звена зрительного анализатора не выявили различий в значениях КЧСМ у школьников в динамике уроков с различной длительностью занятий за ПК. Объем аккомодации учащихся также существенно не изменился от начала к концу урока независимо от длительности

работы за ПК. Коэффициент утомляемости цилиарной мышцы (КУ) во все периоды исследований был отрицательным, т. е. утомление глазодвигательных мышц не регистрировалось.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что степень утомительности уроков с использованием ПК в значительной степени зависит не только от длительности занятий, но и от организации урока, в частности, степени интенсификации учебной деятельности.

Таким образом, учитывая устойчивость к развитию зрительного утомления по данным КСЧМ и состоянию аккомодационного аппарата зрительного анализатора, для учащихся 1-2-х классов непрерывная длительность занятий за ПК на уроке при рациональном его построении (плотность урока – 60–80%) не должна превышать 20 минут.

Результаты изучения ФСО учащихся 3-4-х классов на уроках с различной продолжительностью занятий за ПК с ЖК мониторами представлены в Таблице 4.2.

**Таблица 4.2** – Динамика показателей функционального состояния организма и учебной деятельности учащихся 3-4-х классов в зависимости от длительности занятий за компьютером: а) 15–25 минут; б) более 25 минут

а)

ПОКАЗАТЕЛИ	Длительность занятий за ПК				P
	15–20 минут		21–25 минут		
	до урока (I)	после урока (II)	до урока (III)	после урока (IV)	
Кол-во исследований	91	91	51	51	
Кол-во просмотренных знаков, M±m	254,8±4,2	229,6±4,7	237,8±4,8	228,6±5,1	P <sub>I-II</sub> < 0,01
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., M±m	4,61±0,23	7,01±0,30	4,59±0,30	4,83±0,30	P <sub>I-II</sub> < 0,01
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	47,1±5,2	–	35,4±6,7	
КСЧМ, Гц	38,2±0,23	38,7±0,29	39,8±0,50	39,5±0,46	
Кол-во измерений	122	122	18	18	
ОА, дптр.	8,9±0,30	9,8±0,29	9,6±0,46	9,4±0,41	P <sub>I-II</sub> < 0,01
Кол-во измерений	90	90	75	75	
Коэффициент утомления в%		-10,1		+2,2	
Плотность урока, %	90,6-98,9		80,0		
Кол-во смен видов деятельности на уроке	10		6		

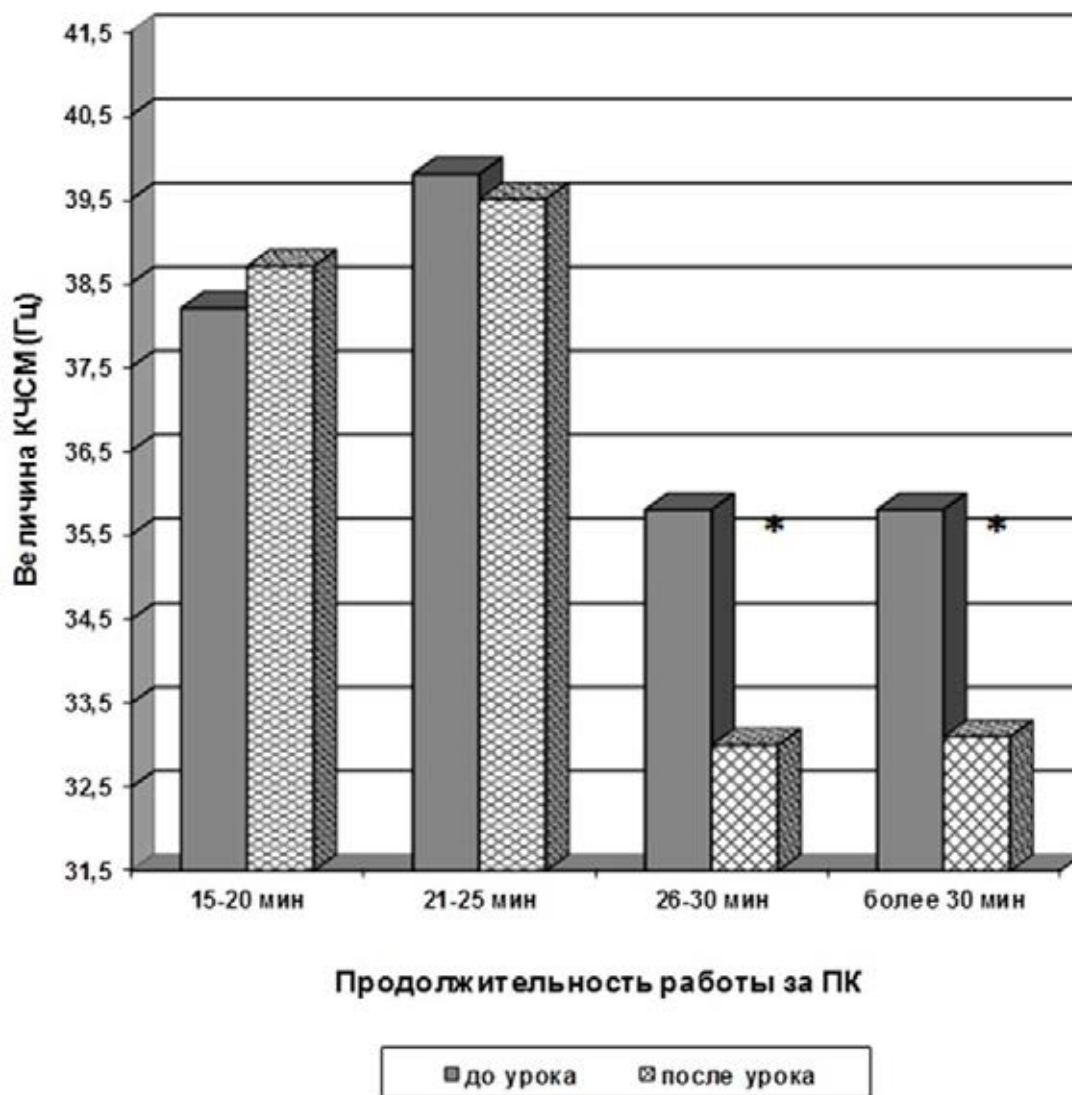
б)

ПОКАЗАТЕЛИ	Длительность занятий за ПК				P
	26–30 минут		более 30 минут		
	до урока (V)	после урока (VI)	до урока (VII)	после урока (VIII)	
Кол-во исследований	50	50	34	34	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	242,6 $\pm$ 5,1	214,5 $\pm$ 4,7	271,2 $\pm$ 6,7	251,0 $\pm$ 6,8	$P_{V-VI} < 0,01$ $P_{VII-VIII} < 0,05$
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	3,30 $\pm$ 0,26	8,50 $\pm$ 0,41	6,3 $\pm$ 0,43	8,80 $\pm$ 0,50	$P_{V-VI} < 0,01$ $P_{VII-VIII} < 0,01$
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	–	57,7 $\pm$ 7,0	–	60,0 $\pm$ 8,4	$P_{IV-VIII} < 0,05$
КЧСМ, Гц	35,8 $\pm$ 0,35	33,0 $\pm$ 0,30	35,8 $\pm$ 0,53	33,1 $\pm$ 0,42	$P_{V-VI} < 0,01$ $P_{VII-VIII} < 0,01$
Кол-во измерений	36	36	21	21	
ОА, дптр.	8,9 $\pm$ 0,30	9,8 $\pm$ 0,29	9,6 $\pm$ 0,46	9,4 $\pm$ 0,41	
Кол-во измерений	45	45	15	15	
Коэффициент утомления в%		0		+6,1	
Плотность урока, %	72,5		70,0		
Кол-во смен видов деятельности на уроке	7		6		

Из Таблицы 4.2 видно, что при всех вариантах продолжительности работы за ПК у учащихся отмечалось снижение сопротивляемости утомлению. Число учащихся, заканчивающих урок с признаками явного и выраженного утомления, превышало популяционные значения (30,0%). Наибольшее их число регистрировалось после уроков с непрерывной продолжительностью занятий за ПК до 20 мин, до 30 минут и более 30 минут (47,1%, 57,7% и 60,0% соответственно). Более устойчивая работоспособность у школьников отмечалась при длительности работы за ПК 25 мин: 35,4% учащихся заканчивали такие уроки с признаками явного и выраженного утомления. В этом же случае уровень УР от начала урока к его концу существенно не изменялся: качественные и количественные показатели выполнения корректурных тестов оставались практически на одном уровне.

При длительности работы за ПК до 20, до 30 и более 30 минут после урока объем корректурной работы у школьников достоверно снижался (229,6 против 254,8;  $p < 0,001$ ; 214,5 против 242,6,  $p < 0,001$ , 251,0 против 271,7  $p < 0,05$ , соответственно). При этом ухудшались и качественные показатели корректурного теста: учащиеся делали больше ошибок, чем до уроков (исключение составляли уроки с продолжительностью работы за ПК не более 25 минут).

Как и в предыдущей серии исследований, выявили достаточно большую устойчивость значений показателя КЧСМ в динамике урока. Только в тех случаях, когда продолжительность работы за ПК составляла 26–30 минут и более, установили значимое снижение величины КЧСМ от начала к концу урока (Таблица 4.2, Рисунок 4.2), что свидетельствует о том, что учебная нагрузка превышает функциональных возможностей детей.



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

**Рисунок 4.2** – Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора учащихся 3-4-х классов при разной непрерывной длительности занятий за компьютером

Положительная динамика показателей ФС зрительного анализатора была выявлена у школьников и при непрерывной занятости за компьютером 15–20 мин. Так, объем аккомодации (ОА) от начала к концу урока увеличивался с 8,9 дптр до



9,8 дптр,  $p < 0,01$ , а величина КЧСМ имела тенденцию к увеличению с 38,2 Гц до 38,7 Гц. При увеличении продолжительности работы за компьютером до 25 минут изучаемые показатели функционального состояния органа зрения практически оставались на одном уровне. Длительность занятий за компьютером 30 и более минут приводила не только к снижению умственной работоспособности учащихся и их сопротивляемости к развитию утомления, но и к существенному снижению величины КЧСМ: с 35,8 Гц до 33,0 Гц ( $p < 0,01$ ). Аналогичная динамика показателя объема аккомодации отмечалась и при занятости учащихся за компьютером более 30 мин.

Полученные результаты изучения ФСО учащихся 3-4-х классов на уроках с использованием компьютеров можно объяснить не только достаточно большой продолжительностью занятий за компьютером, но и особенностями организации этих уроков. Хронометражные наблюдения за учебной деятельностью учащихся на уроках выявили, что плотность уроков с длительностью работы за компьютером 15–20 мин достигала максимальных значений – 90,6%–98,9%, существенно превышая оптимальную. Кроме того, количество смен ВУД также было выше рекомендуемого – 10.

Это говорит о высокой интенсификации учебной деятельности школьников, что, по нашему мнению, и способствовало снижению уровня УР и развитию более выраженного утомления. Работа школьников за ПК на уроках более 25 минут не сопровождалась повышением интенсификации учебного процесса. Плотность урока составила не более 80,0%, количество смен ВУД – 6. Поэтому в этом случае ухудшение показателей УР, ФС центрального звена зрительного анализатора, снижение функциональных возможностей глазо-двигательного аппарата мы связываем с достаточно большой, неадекватной для детей этой возрастной группы продолжительностью работы за ПК – 30 мин и более.

Таким образом, для учащихся 3-4-х классов гигиенически рациональное построение учебных занятий предполагает: соблюдение непрерывной длительности работы за ПК не более 25 минут при плотности урока 60–80,0%.

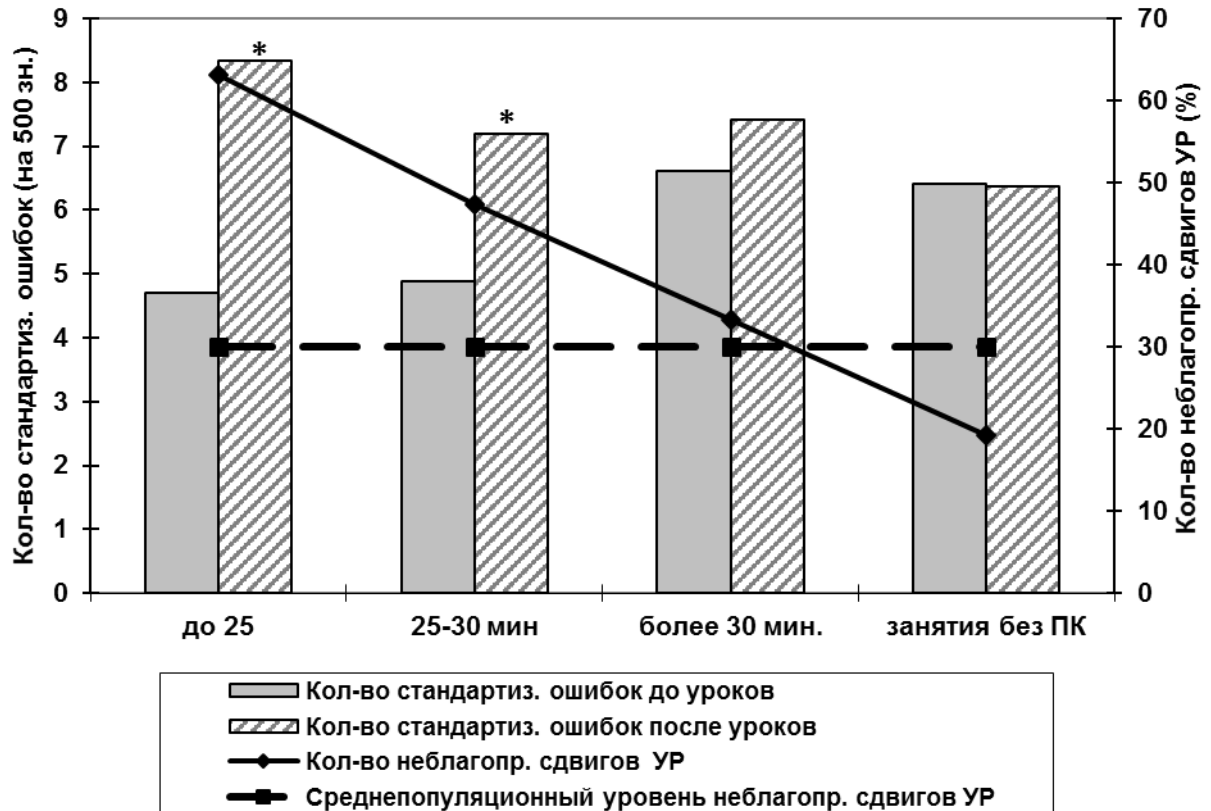
Следующая серия исследований была посвящена оценке ФСО учащихся **5-6-х классов** на уроках с различной продолжительностью использования ПК с ЖК мониторами. Исследование УР и эмоционального состояния учащихся 5-6-х классов показало, что при непрерывной продолжительности работы за ПК до 25 минут, как и при длительности – 25–30 минут, УР школьников снижалась к концу урока по сравнению с его началом. Так, при работе за ПК продолжительностью до 25 минут объем корректурной работы снижался от начала к концу урока с 374,8 до 317,6 знаков, а при 30-минутной длительности – с 336,2 до 299,0 ( $p < 0,01$ ). Число ошибок в первом случае в тестах увеличивалось почти вдвое (с 4,7 до 8,3;  $p < 0,001$ ), а во 2-м – с 4,8 до 7,19;  $p < 0,001$ ), т.е. ухудшалась точность выполнения тестов (Таблица 4.3, Рисунок 4.3). Эти результаты отражают одновременное ослабление процессов возбуждения и усиление процессов торможения в коре головного мозга школьников. На это указывает и значительное число учащихся, заканчивающих подобные уроки с признаками явного и выраженного утомления, особенно при непрерывной работе за ПК менее 25 минут (63,2%) и 47,4% при длительности занятия за ПК до 30 минут. Доля таких школьников превышала в 1,5–2 раза популяционные значения, характерные для современных школьников, – так называемая «условная норма» – 30,0% (Таблица 4.3, Рисунок 4.3).

**Таблица 4.3** – Динамика показателей ФСО и учебной деятельности учащихся 5-6-х классов в зависимости от продолжительности работы за ПК

Показатели	Непрерывная продолжительность работы за ПК						Уроки без ПК		P
	До 25 минут		25–30 мин		более 30 минут		до урока (VII)	после урока (VIII)	
	до урока (I)	после урока (II)	до урока (III)	после урока (IV)	до урока (V)	после урока (VI)			
Кол-во исследований	40	40	178	181	108	108	26	26	
Число просм. знаков, $M \pm m$	374,8 $\pm$ 14,1	317,6 $\pm$ 12,7	336,2 $\pm$ 6,1	299,0 $\pm$ 5,4	318,0 $\pm$ 7,2	321,5 $\pm$ 7,6	314,5 $\pm$ 18,2	293,6 $\pm$ 16,8	$P_{I-II} < 0,05$ $P_{III-IV} < 0,05$
Число стандартных ошибок, $M \pm m$	4,7 $\pm$ 0,34	8,34 $\pm$ 0,46	4,8 $\pm$ 0,17	7,19 $\pm$ 0,20	6,62 $\pm$ 0,25	7,41 $\pm$ 0,26	6,42 $\pm$ 0,5	6,37 $\pm$ 0,5	$P_{I-II} < 0,05$ $P_{III-IV} < 0,05$
Кол-во сдвигов работы с явным и выражением утомлением, %		63,2 $\pm$ 7,1		47,4 $\pm$ 3,8		33,3 $\pm$ 4,5		19,2 $\pm$ 7,7	$P_{II-VIII} < 0,01$ $P_{IV-VIII} < 0,01$
КЧСМ, Гц	36,1 $\pm$ 0,38	36,3 $\pm$ 0,34	37,1 $\pm$ 0,32	36,5 $\pm$ 0,29	36,8 $\pm$ 0,52	34,9 $\pm$ 0,30	34,2 $\pm$ 0,41	33,7 $\pm$ 0,59	$P_{V-VI} < 0,01$
ОА, дптр	10,6 $\pm$ 0,24	11,23 $\pm$ 0,2	9,77 $\pm$ 0,27	10,16 $\pm$ 0,2	9,57 $\pm$ 0,13	9,48 $\pm$ 0,32	10,88 $\pm$ 0,3	11,92 $\pm$ 0,3	

## Продолжение Таблицы 4.3

КУ%		-5,7		-4,4		+0,9		-9,6	
Плотность урока, %	95	92–95		75–80		80			
Кол-во смен видов деятельности на уроке	9	8-9		6-7		7			



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

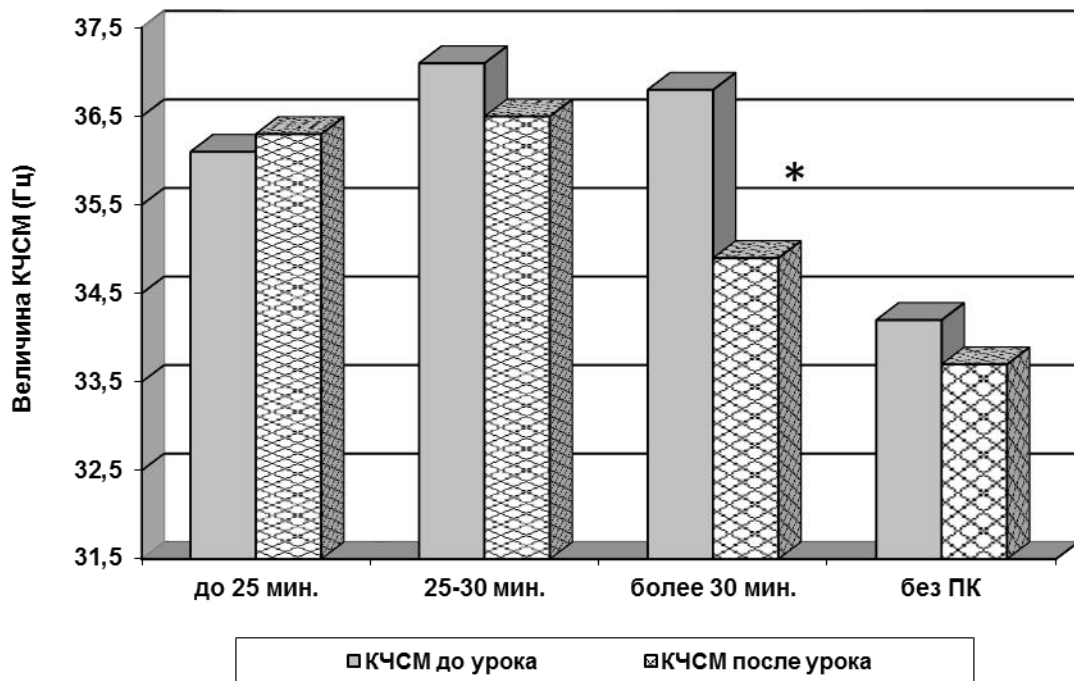
**Рисунок 4.3** – Динамика показателей умственной работоспособности учащихся 5-6-х классов при разной продолжительности работы за ПК

Объяснить полученные результаты позволили хронометражные наблюдения за учебной деятельностью учащихся во время уроков. На уроках с продолжительностью занятий до 25 минут и 25–30 минут за ПК отмечалась повышенная интенсификация учебной деятельности: учебная активность школьников составляла 92,0–95,0%, количество смен ВУД – 8–9. За отведенное время (до 25 и 25–30 минут) учащиеся должны были выполнить на ПК достаточно большой объем работы и сдать ее педагогу, что и приводило к интенсификации их работы.

При длительности работы за ПК более 30 минут в течение урока учащиеся успевали выполнить весь объем заданий, учебная активность не превышала 80%, количество смен ВУД – 6-7, т.е. характер учебной работы был менее напряжен-

ный. Так, у учащихся не наблюдалось от начала к концу урока значимых различий в точности (7,41 против 6,62 ошибок) и скорости (321,5 против 318,0 знаков) выполнения задания. Этим объясняется и незначительное в показателях ФСО учащихся различие по сравнению с уроками с 25- и 30-минутной длительностью использования ПК распространенности случаев явного и выраженного утомления до 33,3% против 47,4%, что почти соответствует популяционной норме (30,0%).

Результаты исследований центрального звена зрительного анализатора у школьников 5-6 классов, оценка которого проводилась методом определения значений КЧСМ в начале и в конце урока с разной продолжительностью занятий за ПК с ЖК-монитором, представлены в Таблице 4.3 и на Рисунке 4.4.



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

**Рисунок 4.4** – Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора учащихся 5-6-х классов в зависимости от продолжительности занятий за ПК

Значения КЧСМ после уроков с 25- и 30-минутной продолжительностью использования ПК оставались на том же уровне, что и до уроков (36,3 против 36,1 Гц и 36,5 против 37,1 Гц соответственно). С увеличением продолжительности занятий за ПК более 30 минут у школьников 5-6-х классов регистрировалось достоверное снижение значений КЧСМ от начала к концу урока (34,9 против 36,8 Гц;  $p < 0,05$ ).

Измерение объема аккомодации у школьников 5-6-х классов на уроках с использованием ПК не выявило существенных различий в его значениях в динамике после урока, либо они имели тенденцию к увеличению независимо от продолжительности работы за ПК (Таблица 4.3).

Аналогичные по тематике и построению уроки без использования ПК не вызывали изменений в показателях УР, КЧСМ, ОА у обучающихся в динамике занятия. Явное и выраженное утомление в конце урока без использования ПК среди учащихся 5-6-х классов встречалось у 19,2% учащихся, что значительно ниже допустимого уровня (30,0%).

Сравнение влияния уроков с использованием ПК и без него показало, что при одинаковых условиях (плотности урока – 80%) после уроков с непрерывным использованием ПК более 30 минут отмечено значимое снижение величины КЧСМ, увеличение количества сдвигов УР с явным и выраженным утомлением. Такая неблагоприятная динамика показателей ФСО учащихся, по всей видимости, обусловлена избыточной непрерывной работой с ПК.

Связывая воедино полученные данные, можно заключить, что при 25–30-минутной длительности работы за ПК у учащихся 5-6-х классов на фоне высокой интенсивности учебной деятельности (95%) мы регистрируем снижение качественных и количественных показателей умственной работоспособности на фоне стабильных в динамике урока показателей КЧСМ и объема аккомодации зрительного анализатора. При увеличении продолжительности занятий с ПК свыше 30 минут на фоне плотности урока 80% показатели УР и объем аккомодации практически не изменяются, но отмечается значимое ухудшение показателей, характеризующих центральное звено зрительного анализатора – КЧСМ. В классах данной возрастной группы после уроков без использования ПК при плотности урока – 80% подобных изменений не выявлено.

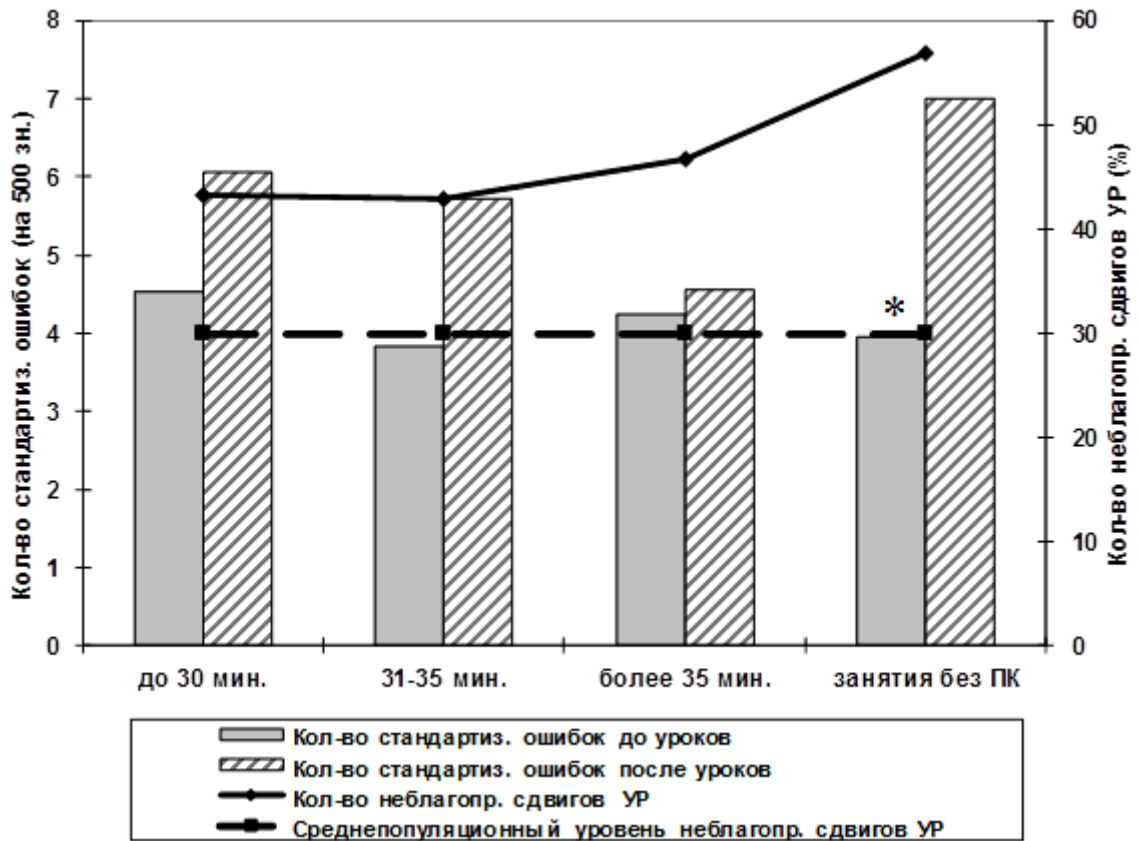
Таким образом, учитывая устойчивость к развитию зрительного утомления по данным КЧСМ и состоянию аккомодационного аппарата зрительного анализатора, для учащихся 5-6-х классов непрерывная длительность занятий за ПК на уроке при рациональном его построении может составлять не более 30 мин.

Результаты исследования ФСО у подростков 7-9-х классов по показателям УР и эмоционального состояния на уроках с разной продолжительностью работы за ПК и интенсивностью учебной работы представлены в Таблице 4.4 и Рисунке 4.5. Уроки, на которых ПК использовался не более 30 минут, не вызывали значимых изменений в показателях УР, КЧСМ, ОА у обучающихся. 43,2% подростков заканчивали урок с признаками явного и выраженного утомления.

При продолжительности работы за ПК 31–35 минут наблюдалось значимое снижение точности корректурной работы (5,72 против 3,84,  $p < 0,01$ ), как, впрочем и на занятиях без использования ПК (7,0 против 3,96,  $p < 0,01$ ), где также уменьшался и объем УР (325,9 против 365,3;  $p < 0,01$ ). Кроме того, при работе с ПК в течение 31–35 минут отметили устойчивость организма школьников 7–9-х классов к развитию зрительного утомления по данным КЧСМ: средние значения этого показателя в динамике занятий у них оставались практически на одном уровне и составили 36,7 Гц до урока и 37,0 Гц после (Таблица 4.4, Рисунок 4.5).

**Таблица 4.4** – Динамика показателей ФСО и учебной деятельности учащихся 7–9-х классов с различной продолжительностью работы за ПК

Показатели	Непрерывная продолжительность работы за ПК						Уроки без ПК		P
	до 30 минут		31–35 мин		более 35 минут		до урока (VII)	после урока (VIII)	
	до урока (I)	после урока (II)	до урока (III)	после урока (IV)	до урока (V)	после урока (VI)			
Кол-во исследований	318	318	247	247	159	159	39	39	
Число просм. знаков, $M \pm m$ )	317,6 $\pm$ 12,1	301,2 $\pm$ 13,5	368,9 $\pm$ 12,7	355,5 $\pm$ 13,5	378,8 $\pm$ 8,5	376,2 $\pm$ 9,1	365,3 $\pm$ 11,5	325,9 $\pm$ 11,6	$P_{VII-VIII} < 0,05$
Число стандартных ошибок $M \pm m$	4,53 $\pm$ 0,32	6,06 $\pm$ 0,67	3,84 $\pm$ 0,15	5,72 $\pm$ 0,18	4,24 $\pm$ 0,23	4,56 $\pm$ 0,24	3,96 $\pm$ 0,32	7,0 $\pm$ 0,42	$P_{III-IV} < 0,05$ $P_{VII-VIII} < 0,05$
Кол-во сдвигов работы с явным и выражением утомления, %	–	43,2 $\pm$ 8,1	–	43,0 $\pm$ 4,7	–	46,8 $\pm$ 6,3	–	56,8 $\pm$ 7,9	
КЧСМ, Гц	36,6 $\pm$ 0,28	36,1 $\pm$ 0,28	37,0 $\pm$ 0,43	36,7 $\pm$ 0,59	37,1 $\pm$ 0,41	34,7 $\pm$ 0,33	33,5 $\pm$ 0,45	32,7 $\pm$ 0,59	$P_{V-VI} < 0,05$
	n = 222		n = 66		n = 54		n = 30		
ОА дптр	9,4 $\pm$ 0,24	9,6 $\pm$ 0,23	8,81 $\pm$ 0,20	9,10 $\pm$ 0,19	9,94 $\pm$ 0,25	10,19 $\pm$ 0,30	9,20 $\pm$ 0,40	9,98 $\pm$ 0,25	
	n = 177		n = 87		n = 75		n = 45		
КУ, %	-2,1		-3,3		-2,5		-8,4		
Плотность урока, %	80		95,0		80		95		
Кол-во смен видов деятельности на уроке	6		7		6		7		



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

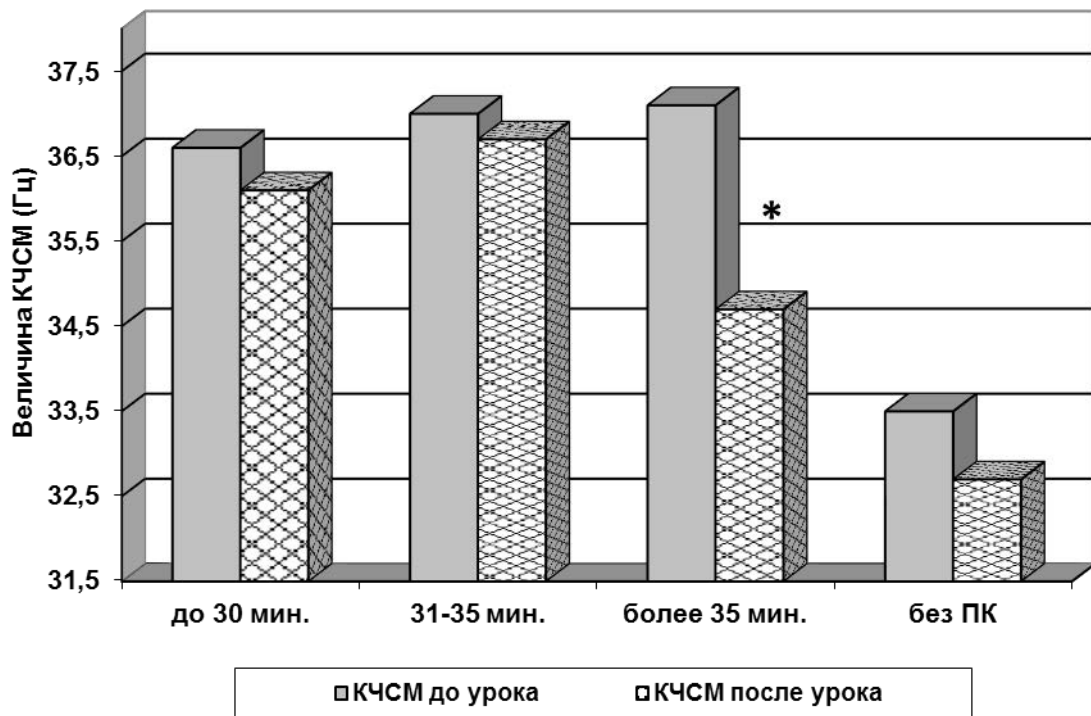
**Рисунок 4.5** – Динамика показателей умственной работоспособности учащихся 7–9-х классов на уроках с разной продолжительностью работы за ПК

Увеличение продолжительности работы подростков за ПК свыше 35 минут приводило к существенному снижению значений КЧСМ после уроков по сравнению с таковыми до уроков ( $p < 0,01$ ). После аналогичных уроков, но без использования ПК, значения КЧСМ у подростков существенно не изменялись по сравнению с началом урока. Отмечалась лишь тенденция к снижению этого показателя в течение урока 33,5 Гц до 32,7 Гц.

Принимая во внимание результаты хронометража учебной деятельности на уроке, мы видим, что при оптимальной плотности урока – 80% работа за ПК более 35 минут уже обуславливает значимые изменения в КЧСМ у обучающихся в динамике занятия (34,7 против 37,1 Гц;  $p < 0,01$ ), в то время как при аналогичной интенсивности работы и использовании ПК до 30 минут подобных изменений показателей КЧСМ не происходило.

При работе учащихся 7–9-х классов за ПК 31–35 минут наблюдается снижение точности умственной работы (5,72 против 3,84,  $p < 0,01$ ), как и на уроке без

применения ПК (7,0 против 3,96,  $p < 0,01$ ), где также отмечается снижение скорости УР (325,9 против 365,3,  $p < 0,01$ ). Признаки явного и выраженного утомления были отмечены у 46,5% детей при 31–35-минутной продолжительности работы за компьютером. На уроке без использования ПК эта цифра достигала 56,8%. Это можно объяснить данными хронометражных наблюдений за учебной деятельностью школьников на уроке. Плотность учебной работы на этих типах уроков (без ПК и продолжительностью работы с 31–35 минут) составляла 95,0%, что, увеличивало интенсивность учебного процесса и приводило к большему утомлению обучающихся.



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

**Рисунок 4.6** – Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора учащихся 7–9-х классов в зависимости от продолжительности занятий за ПК

После уроков с различной продолжительностью работы с ПК значения объема аккомодации обучающихся практически не изменялись по сравнению с началом урока, либо имели тенденцию к увеличению. Аналогичные результаты получены у школьников и на уроках без использования ПК. При этом значения КУ были отрицательными, что свидетельствует о сохранении достаточно высокого



уровня функциональных возможностей центрального звена зрительного анализатора.

Таким образом, допустимая продолжительность работы за ПК учащихся 7–9-х классов составляет 35 минут при рациональной плотности урока.

Полученные результаты позволяют заключить, что безопасному использованию ПК на уроках будет способствовать соблюдение следующих возрастных регламентов: для учащихся 1-2-х классов непрерывная длительность занятий за ПК на уроке – не должна превышать 20 минут; для учащихся 3-4-х классов – не более 25 минут; для учащихся 5-6-х классов – не более 30 мин; для учащихся 7–9-х классов – не более 35 минут. При этом не следует забывать о соблюдении условий использования на уроке ПК, регламентируемые санитарным законодательством (организация урока, рабочего места учащегося, соблюдение параметров, микроклимата, освещенности, визуальных параметров монитора ПК).

#### **4.2. Гигиеническая регламентация использования ноутбуков на уроках в начальной школе**

Согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов начального, основного общего образования в учебном процессе уже в начальной школе предполагается «активное использование средств информационно-коммуникационных технологий». Количество же учебных кабинетов информатики в общеобразовательном учреждении (ОУ) часто не удовлетворяет потребностям школы. Условия, в частности, учебная мебель кабинетов информатики предусмотрена, в основном для средней и старшей школы. Поэтому современные ОУ находят выход из сложившейся ситуации путем использования на уроках ноутбуков, преимущественно для начальной школы: младшие школьники занимаются в своих кабинетах, за своей учебной мебелью.

Однако, работа за портативным компьютером – ноутбуком имеет свои особенности, в первую очередь, именно для учащихся начальных классов. Конструктивные особенности ноутбуков (НБ) создают определенные трудности для поддержания оптимальной рабочей позы: монитор и клавиатура жестко скреплены

между собой, что при работе с клавиатурой обуславливает несоблюдение оптимальной зрительной дистанции.

Для обоснования регламентов безопасного использования НБ в начальной школе была проведена серия исследований по оценке влияния занятий с использованием НБ на ФСО младших школьников.

Исследования проводились в начале и в конце урока с использованием НБ, а также в динамике урока без НБ (контроль). Учащиеся работали с MacBook Air (диагональ 13,3 дюйма – 33,7 см) на своих рабочих местах. Вне работы все НБ хранились в специальных подставках. Условия микроклимата и световой среды в помещении классов соответствовало санитарному законодательству. Показатели ФСО учащихся 1-2-х классов после уроков с использованием в учебном процессе НБ представлены в Таблице 4.5.

**Таблица 4.5** – Показатели функционального состояния организма и учебной деятельности учащихся 1-2-х классов в зависимости от продолжительности занятий за ноутбуком на уроке

ПОКАЗАТЕЛИ	Непрерывная продолжительность работы с НБ в минутах				уроки без НБ (V)	P
	15 (I)	20 (II)	25 (III)	более 25 (IV)		
Кол-во исследований	63	53	47	26	77	
Кол-во просмотренных знаков, М±m	155,7±5,8	151,7±7,5	138,5±6,3	128,9±8,1	152,4±5,2	P <sub>III-IV</sub> < 0,05
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., М±m	6,37±0,32	5,76±0,31	8,06±0,41	9,74±0,61	8,14±0,32	P <sub>III-IV</sub> < 0,01
Коэффициент «П», усл. ед.	1,22	0,99	0,65	0,67	0,59	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	37,5±5,0	31,5±6,4	39,3±7,1	46,2±9,8	58,4±5,6	P <sub>I-V</sub> < 0,05 P <sub>II-V</sub> < 0,01 P <sub>III-V</sub> < 0,05
КЧСМ, Гц	37,5±0,32	37,0±0,5	37,5±0,5	36,2±0,48	37,8±0,32	P <sub>III-IV</sub> < 0,05
Кол-во измерений	57	42	30	44	48	
ОА, дптр	8,6±0,54	8,5±0,49	8,6±0,59	8,8±0,51	8,7±0,4	
Кол-во измерений	30	54	39	30	60	
Плотность урока, %	92,0	97,2	88,0	87,6	70,0	

Сравнительный анализ показателей УР при различной непрерывной продолжительности занятий с НБ показал, что наиболее высокие показатели УР учащихся регистрировались при работе за НБ продолжительностью 15 мин. и 20 мин.

Количественные и качественные показатели выполнения тестов на таких уроках у школьников была практически равной. При увеличении времени работы с НБ до 25 и более 25 минут уровень УР достоверно снижался. Так, если работая с НБ 15 и 20 мин. школьники просматривали 155,7 и 151,7 знаков и делали 6,37 и 5,76 ошибок соответственно, то при увеличении времени работы с НБ количественные показатели выполнения теста к концу урока снижались до 138,5 и 128,9 знаков ( $p < 0,05$ ), а число ошибок возрастало до 8,06–9,74 ( $p < 0,01$ ). При этом интегральный показатель работоспособности был на 35–33% ниже допустимого уровня (1,0 усл. ед.) и составил 0,65 и 0,67 усл. ед. соответственно. Следует отметить, что число детей, заканчивающих урок с явным и выраженным утомлением, независимо от длительности использования НБ, было выше «условной нормы» – 30%, однако наименьшее их число регистрировалось при 20-минутной занятости за НБ, а при увеличении времени работы с НБ число детей, заканчивающих урок с явным и выраженным утомлением, возрастало до 39,3–46,2%. Величина средних значений КЧСМ после уроков с разной длительностью использования НБ (от 15 до 25 минут) была достаточно стабильной и колебалась от 37,0 Гц до 37,5 Гц. При увеличении продолжительности использования НБ свыше 25 минут величина КЧСМ в конце урока была достоверно ниже, чем при меньшей продолжительности занятий с НБ – 36,2 Гц. Результаты хронометражных наблюдений за деятельностью учащихся на уроках показали, что плотность урока достигала 87,6–97,2% и существенно превышала оптимальную величину (60–80%). Более выраженное утомление мы связываем с высокой интенсификацией учебной работы с использованием НБ.

Сравнили показатели ФСО учащихся после традиционных уроков (без использования НБ) с аналогичными показателями после уроков, на которых дети работали с НБ. По своему воздействию на ФСО учащихся традиционные уроки и уроки с использованием НБ при длительности 25 мин и более практически не различались: интегральный показатель УР (коэффициент П) был почти в 2 раза ниже допустимого уровня – 0,59 и 0,67 усл. ед. Почти половина учащихся (48,8%) заканчивали эти уроки с признаками явного и выраженного утомления, т. е. эти

уроки по утомительности были такими же, как и уроки, на которых школьники работали с НБ более 25 мин., хотя плотность урока составила 70,0%.

Функциональное состояние зрительного анализатора после традиционных уроков и уроков с применением НБ до 25 минут практически не различалось, его ухудшение регистрировалось только после уроков с непрерывной продолжительностью работы учащихся за НБ более 25 мин – значение КЧСМ было достоверно ниже–36,2 Гц ( $p < 0,001$ ). В то же время состояние аккомодационной функции глаза оказалось устойчивым: независимо от длительности использования НБ величина ОА не отличалась от такового показателя после традиционных уроков (8,5–8,8 дптр против 8,7 дптр). Длительность использования НБ в пределах 20 минут способствует оптимизации ФСО учащихся 1-2-х классов, о чем свидетельствует более высокий уровень УР. Для учащихся 3-4-х классов в основном была характерна та же динамика показателей УР в зависимости от длительности работы с НБ, что и для более младших школьников. Разница заключалась лишь в том, что учащиеся 3-4-х классов могли дольше заниматься с НБ (до 25 мин.), сохраняя практически неизменный уровень УР (Таблица 4.6).

**Таблица 4.6** – Показатели функционального состояния организма учащихся 3-4-х классов и учебной деятельности в зависимости от продолжительности работы за ноутбуком

ПОКАЗАТЕЛИ	Продолжительность работы с НБ в минутах						P
	15 (I)	20 (II)	25 (III)	30 (IV)	более 30 (V)	Уроки без НБ (VI)	
Кол-во исследований	50	106	50	75	160	171	
Кол-во просмотренных знаков, $M \pm m$	240,0 $\pm$ 4,3	236,9 $\pm$ 5,3	227,2 $\pm$ 7,9	212,5 $\pm$ 6,5	239,2 $\pm$ 4,5	235,7 $\pm$ 4,5	
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., $M \pm m$	6,43 $\pm$ 0,23	6,74 $\pm$ 0,29	7,0 $\pm$ 0,37	7,82 $\pm$ 0,32	7,97 $\pm$ 0,22	6,31 $\pm$ 0,19	
Коэффициент «П», усл. ед.	1,74	1,41	1,16	0,54	0,75	1,48	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %	44,5 $\pm$ 4,6	42,4 $\pm$ 4,8	42,0 $\pm$ 7,0	34,7 $\pm$ 5,5	53,9 $\pm$ 3,9	34,6 $\pm$ 3,6	$P_{IV-V} < 0,01$ $P_{V-VI} < 0,01$
Кол-во дискомфортных эмоциональных состояний, %	27,7 $\pm$ 4,1	22,6 $\pm$ 4,6	24,0 $\pm$ 4,2	26,7 $\pm$ 5,1	23,1 $\pm$ 3,3	20,5 $\pm$ 3,1	
КЧСМ, Гц	37,8 $\pm$ 0,25	37,2 $\pm$ 0,26	37,8 $\pm$ 0,51	33,3 $\pm$ 0,41	36,5 $\pm$ 0,29	37,5 $\pm$ 0,22	$P_{III-IV} < 0,05$
Кол-во измерений	190	117	23	31	75	194	
ОА, дптр	10,2 $\pm$ 0,50	10,6 $\pm$ 0,59	10,6 $\pm$ 0,47	11,0 $\pm$ 0,53	10,3 $\pm$ 0,56	10,6 $\pm$ 0,35	
Кол-во измерений	57	60	60	30	30	90	
Плотность урока, %	89,5	88,7	89,2	65,2	65,0	65,7	

Так, скорость и точность выполнения корректурных тестов существенно не изменялась у работавших с НБ от 15 до 25 мин. Интегральный показатель УР – коэффициент П, был выше 1,0 усл. ед. и составлял 1,74–1,16 усл. ед. соответственно; при увеличении длительности работы учащихся с НБ интегральный показатель УР к концу урока снижался до 0,54–0,75 усл. ед. Вместе с тем, сопротивляемость развитию утомления у школьников была значимо снижена по сравнению с «условной нормой» (30%): 42,0–44,5% детей заканчивали уроки с явным и выраженным утомлением. При увеличении использования НБ до 30 мин. их число несколько снижалось – до 37,7% и резко повышалось – до 53,9% при дальнейшем увеличении продолжительности работы за НБ. Высокий процент детей, заканчивающих уроки с использованием НБ до 25 мин с признаками сильного и выраженного утомления, можно объяснить, как и в случае с учащимися 1-2-х классов, повышенной интенсификацией учебного труда, о чем свидетельствуют результаты хронометражных наблюдений. Плотность уроков, на которых учащиеся работали на НБ до 25 мин., составила 88,7–89,5%, что и привело к существенному снижению работоспособности и развитию утомления. На уроках с большей длительностью использования НБ (более 25 минут) интенсивность учебной деятельности снижалась до оптимальных величин, однако это не способствовало снижению утомления учащихся: более половины учащихся заканчивали уроки с признаками переутомления (46,2%), что, по нашему мнению, уже обусловлено длительным использованием ноутбука.

Это подтверждает тот факт, что по своему влиянию на уровень УР работа учащихся на уроке без использования НБ аналогична урокам, на которых дети непрерывно работали за НБ до 25 минут: количественные и качественные показатели выполнения тестов существенно не различались, интегральный показатель УР был выше 1 усл. ед. (1,48 усл. ед). Количество учащихся, заканчивающих традиционный урок с явным и выраженным утомлением, в этом случае было меньше – 34,6%, плотность урока была оптимальной – 65,7%.

Анализируя динамику показателей центрального звена зрительного анализатора (КЧСМ), мы выявили, что увеличение длительности использования НБ

свыше 25 минут сопровождается развитием утомления. Об этом свидетельствуют следующие данные: величина КЧСМ после этих уроков значимо ( $p < 0,05$ ) ниже, чем в тех случаях, когда НБ использовались на уроках в пределах 25 минут. Результаты исследования ОА, как и в предыдущей серии исследований (1-2-е классы), не выявили существенных различий влияния занятий как при разной длительности работы за НБ, так и без его использования.

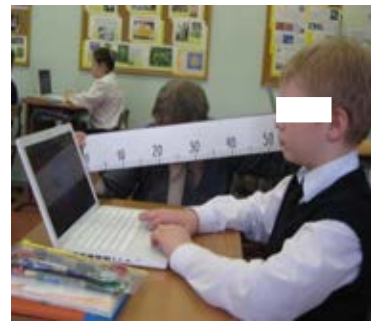
Работа за портативным компьютером – ноутбуком, у которого в отличие от стационарных компьютеров, монитор и клавиатура жестко скреплены между собой, создает определенные трудности для поддержания оптимальной рабочей позы, особенно у детей младшего школьного возраста. В силу анатомических особенностей детей этой возрастной группы (небольшая длина рук) занятие с НБ предполагает вынужденную позу, для которой характерна работа на близком расстоянии от монитора. Для отслеживания изменений в позе школьников при работе за ноутбуком был использован метод фотохронометража (фоторегистрации) положения тела (в том числе расстояния от глаз до поверхности монитора) через определенные фиксированные промежутки времени. Учебная мебель, за которой работали учащиеся, соответствовала их ростовым данным. Оценка данных фотохронометража показала, что лишь у 30% учащихся 2–4-х классов изначально расстояние от глаз до экрана (зрительная дистанция) соответствовало рекомендуемому – не менее 50 см. В процессе работы с ноутбуком зрительная дистанция постепенно сокращалась на 5–10 см, причем, чем младше были школьники, тем быстрее это наступало: у второклассников – через 5–10 минут работы, у учащихся 3-4-х классов – через 10–15 минут (Рисунок 4.7). После 10 минут работы с НБ лишь 13,4% обследуемых школьников сохранили оптимальную зрительную дистанцию. Т.е. большинство школьников не соблюдают физиологически оптимальную рабочую позу при работе с НБ, что увеличивает риск развития нарушений зрения и костно-мышечной системы.

Подытоживая результаты исследований, изложенные выше, можно заключить, что утомительность учебных занятий с использованием НБ в значительной степени зависит не только от продолжительности его использования, но и от сте-

пени интенсификации учебного труда. При соблюдении оптимальной величины плотности урока – 60–80% безопасная непрерывная продолжительность использования НБ на уроках в 1-2-х классах составляет не более 20 мин., в 3-4-х классах – не более 25 минут. Выполнение этих регламентов в ходе урока предполагает соблюдение светового режима, показателей микроклимата, предусмотренных санитарным законодательством, а также выполнение профилактических мероприятий. Как показали наши исследования, использование ноутбуков для занятий учащихся младших классов не обеспечивает возможность соблюдения благоприятной рабочей позы и увеличивает риск нарушения не только костно-мышечной системы, но и нарушения зрения учащихся. Для профилактики этих нарушений целесообразно использовать выносную (дополнительную клавиатуру).



1а) Начало урока



1б) Через 5 минут работы



1в) Через 10 минут работы



1г) Через 15 минут работы



2а) Начало урока



2б) Через 5 минут работы



2в) Через 10 минут работы





3а) Начало урока



3б) Через 5 минут работы



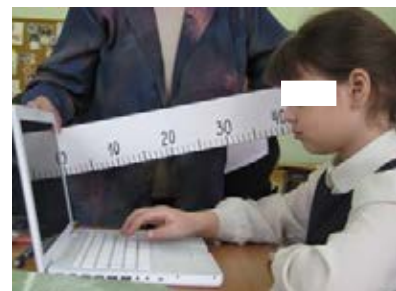
3в) Через 10 минут работы



3г) Через 15 минут работы



4а) Начало урока



4б) Через 5 минут работы



4в) Через 10 минут работы



4г) Через 15 минут работы

**Рисунок 4.7** – Результаты данных фотохронометража на занятиях с использованием ноутбука в начальных классах (динамика зрительной дистанции, см): ученик № 1 – 1а–1г; ученик № 2 – 2а–2в; ученица №3 – 3а–3г; ученица №4 – 4а–4г



### 4.3. Регламентация одновременного использования интерактивной доски и ноутбука на уроках в начальной школе

Современные требования к организации учебной работы, возможности цифровых средств обучения нередко обуславливают необходимость применения одновременно нескольких ЭСО на уроке, что увеличивает риск интенсификации процесса обучения, предъявляя организму школьника повышенные требования.

С целью подтверждения нашей гипотезы в сравнительном плане изучили влияние учебных занятий с использованием НБ, с одновременным использованием двух видов ЭСО – интерактивной доски (ИД) и ноутбука (НБ) и традиционно организованных уроков (без использованием ЭСО) на ФСО учащихся 2–4-х классов школ (Таблица 4.7).

**Таблица 4.7** – Показатели ФСО и учебной деятельности учащихся 2–4-х классов после уроков с использованием ЭСО и после традиционных уроков

ПОКАЗАТЕЛИ	Уроки с ИД и НБ (I)	Уроки с НБ (II)	Уроки без ЭСО (III)	P
Кол-во исследований	311	322	487	
Кол-во прослеженных знаков, $X \pm x$	180,9 $\pm$ 2,7	191,0 $\pm$ 6,2	203,3 $\pm$ 2,5	P I-III < 0,01
Кол-во стандарт. ошибок (на 500 зн.), $X \pm x$	8,96 $\pm$ 0,17	6,7 $\pm$ 0,30	6,02 $\pm$ 0,11	P I-II < 0,01; P I-III < 0,01
Интегральный показатель работ-сти, коэффициент «П», усл. ед.	0,68	1,0	1,02	
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженное утомление, %	47,3 $\pm$ 2,8	42,0 $\pm$ 2,5	41,3 $\pm$ 2,2	
КЧСМ, Гц	36,9 $\pm$ 0,19	37,6 $\pm$ 0,15	37,5 $\pm$ 0,14	P I-II < 0,01; P I-III < 0,01
Кол-во измерений	245	459	394	
Плотность урока, %	92,3	90,7	71,2	

Использование двух видов ЭСО на уроках оказалось более утомительно для младших школьников, чем уроки с использованием одного вида и без использования ЭСО. На это указывают следующие результаты: они меньше просматривали знаков: 180,9 против 203,0 ( $p < 0,01$ ), делая при этом больше ошибок: 8,96 против 6,7 и 6,02 ( $p < 0,01$ ). Интегральный показатель УР, отражающий состояние всего коллектива, был ниже допустимого уровня (1,0 усл. ед.) и составил 0,68 усл. ед., а

после уроков с применением одного электронного средства, как и после традиционных уроков, его значение соответствовало допустимому уровню. Сопrotивляемость утомлению у учащихся во всех случаях была снижена. Об этом говорит большое количество детей, заканчивающих эти уроки с признаками явного и выраженного утомления: 47,3% после уроков с ИД и НБ, несколько меньше – 42,0% после занятий с применением только НБ и 41,3% после традиционных уроков, что значительно превышает популяционные значения распространенности явного и выраженного утомления, характерные для школьников – 30,0%.

Изучение ФС центрального звена зрительного анализатора выявило более высокие значения КЧСМ после традиционных уроков по сравнению с таковыми после комбинированных уроков (37,5 Гц против 36,9 Гц,  $p < 0,01$ ). Обращает на себя внимание высокая плотность уроков при использовании двух видов ЭСО – 92,3%. При использовании одного ЭСО она была несколько ниже, хотя тоже достаточно высока – 90,7%. При традиционной организации уроков плотность не превышала оптимальные значения и составляла 71,2%.

Таким образом, уроки с использованием двух видов ЭСО отличаются значительной интенсификацией учебной работы и более утомительны для младших школьников, чем уроки, на которых применяется один вид электронных средств и чем традиционные – без использования ЭСО.

Использование двух видов ЭСО менее предпочтительно при организации урока, чем применение одного вида электронных средств обучения. Не рекомендуется одновременное использование на одном уроке более двух видов ЭСО. Продолжительность (непрерывная и суммарная) применения каждого их двух видов ЭСО должна быть уменьшена относительно регламентов, обоснованных для применения одного ЭСО на уроке, что требует дальнейшего изучения.

### **Резюме**

Базируясь на результатах показателей ФСО организма школьников в динамике обучения в условиях цифровой образовательной среды получили следующие результаты. Безопасному использованию ПК на уроках будет способствовать соблюдение следующих возрастных регламентов: для учащихся 1-2-х классов не-

прерывная длительность занятий за ПК на уроке – не должна превышать 20 минут; для учащихся 3-4-х классов – не более 25 минут; для учащихся 5-6-х классов – не более 30 мин; для учащихся 7–9-х классов – не более 35 минут. При этом не следует забывать о соблюдении условий использования на уроке ПК, регламентированные санитарным законодательством (организация урока, рабочего места учащегося, соблюдение параметров, микроклимата, освещенности, визуальных параметров монитора ПК).

При соблюдении оптимальной величины плотности урока – 60–80% безопасная непрерывная продолжительность использования НБ на уроках в 1-2-х классах составляет не более 20 мин., в 3-4-х классах – не более 25 минут. Выполнение этих регламентов в ходе урока предполагает соблюдение светового режима, показателей микроклимата, предусмотренных санитарным законодательством, а также выполнение профилактических мероприятий. Как показали наши исследования, использование ноутбуков для занятий учащихся младших классов не обеспечивает возможность соблюдения благоприятной рабочей позы и увеличивает риск нарушения не только костно-мышечной системы, но и нарушения зрения учащихся. Для профилактики этих нарушений целесообразно использовать выносную (дополнительную клавиатуру).

Уроки с использованием двух видов ЭСО отличаются значительной интенсификацией учебной работы и более утомительны для младших школьников, чем уроки, на которых применяется один вид электронных средств и чем традиционные – без использования ЭСО.

Использование двух видов ЭСО менее предпочтительно при организации урока, чем применение одного вида электронных средств обучения. Не рекомендуется одновременное использование на одном уроке более двух видов ЭСО. Продолжительность (непрерывная и суммарная) применения каждого их двух видов ЭСО должна быть уменьшена относительно регламентов, обоснованных для применения одного ЭСО на уроке, что требует дальнейшего изучения.

## **Глава 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ**

Характерной особенностью применения многофункциональных электронных средств обучения на современном уроке является их интерактивная наглядность – эффект погружения в обучающую программную среду и взаимодействие с ней. В отличие от традиционных уроков, применения технических средств обучения «первого поколения» (звукозапись, диафильм, видеозапись и т.п.) виртуальное присутствие пользователя в обучающей электронной среде мобилизует все основные каналы восприятия новой информации – визуальный, слуховой и моторный. При этом учащийся совершает целенаправленные интеллектуальные усилия, усваивая смысловые схемы. Наглядность цифровых технологий, простота использования развивает творческие способности детей, вызывает живой интерес учащихся, создаёт положительную мотивацию к самообразованию. Уроки приобретают новую окраску, проходят эмоционально, выразительно. Обучающий эффект современных уроков усилен звуковой иллюстрацией, музыкальным сопровождением, анимированными и звуковыми эффектами. При общей положительной оценке влияния современных уроков на развитие психофизиологических функций школьников сами педагоги отмечают высокую плотность урока, интенсивность смены видов деятельности учащихся. Создаются информационные перегрузки мозга, усугубляющиеся дефицитом времени и высоким уровнем мотивации школьника.

### **5.1. Обоснование гигиенически рациональной организации урока с использованием электронных средств обучения**

В ходе учебных занятий именно урок выступает главным фактором, определяющим изменение работоспособности школьников [Громбах С. М., 1978, 1984; Глушкова Е. К., 1983; Усищева Ц. Л., 1978, 1984; Степанова М. И., 1984]. С позиций гигиены оптимальной считают такую организацию урока, которая дает максимальный учебный эффект при сохранении устойчивого уровня работоспо-

способности школьников, не приводит к перегрузке и способствует гармоничному развитию и сохранению здоровья.

В условиях существенного увеличения информационных нагрузок гигиенически рациональная организация школьного урока приобретает особую актуальность: дает возможность предупредить быстрое развитие утомления и длительно поддерживать оптимальный уровень функционального состояния, умственной работоспособности школьников.

Согласно санитарному законодательству, нормируемыми характеристиками организации урока являются плотность урока (процент времени, затраченного непосредственно на учебную работу); непрерывная продолжительность различных видов учебной деятельности (ВУД) (письмо, чтение, опрос, работа с ЭСО и т.п.), определяющая количество ВУД; непрерывная и суммарная продолжительность применения ЭСО, наличие физкультминутки, перерывов, офтальмотренажа. Следует подчеркнуть, что изучение и обоснование гигиенических показателей организации урока, ставших основой для санитарного законодательства, было проведено прежде всего для начальной школы [Агарков В. И., 1986].

При анализе организации урока с использованием ЭСО в начальной школе подтверждена актуальность существующих регламентов – плотность урока – не более 80%, количество смен ВУД – не более 7 при непрерывной продолжительности каждого вида учебной деятельности – не более 7–10 минут. Причем, считаем, что целесообразно использовать именно показатель «количество смен ВУД» в отличие от существующего ранее «количество ВУД», поскольку первый более корректно отражает структуру урока: например, количество видов ВУД может быть всего 3 (письмо, чтение, ответы на вопросы), но они несколько раз меняются и повторяются, т.е. каждая из ВУД встречается несколько раз, повышая интенсивность занятия.

Указанные гигиенические регламенты учебной деятельности младших школьников в условиях цифровой среды не изменились, что подтвердили результаты серии исследований по изучению влияния уроков с использованием ЭСО на ФСО учащихся (главы 3 и 4).

Анализ влияния использования ЭСО на уроке на ФСО учащихся средней школы, выявив зависимость безопасного времени применения средств обучения от характера учебной деятельности на занятии, обусловил необходимость уточнения регламентов таких компонентов организации урока как: оптимальная плотность урока и количество смен видов учебной деятельности для средней школы.

С помощью метода хронометражных наблюдений за учебной деятельностью на уроке с гигиенических позиций изучили рациональность организации 32 уроков в 5–9-х классах. Регистрировали время, затраченное непосредственно на учебную деятельность (плотность урока), количество смен видов учебной деятельности, время использования ЭСО, наличие физкультминуток.

В рамках понятия доказательной медицины оценили силу связи между показателями организации урока (факторы) и показателями УР школьников 5–9-го класса (исходы).

Оценка показателей функционального состояния организма 211 учащихся проводилась по методике изучения умственной работоспособности на основе проведения корректурных проб в динамике урока. Среди показателей УР учащихся были выбраны случаи неблагоприятных сдвигов умственной работоспособности, отражающих развитие явного и выраженного утомления школьников в динамике урока.

Для решения задачи насколько сильно наличие или отсутствие определенных показателей организации урока влияют на частоту возникновения, в нашем случае, неблагоприятных сдвигов умственной работоспособности применили разработанный в клинической эпидемиологии алгоритм, позволяющий сформулировать задачу в терминах статистической гипотезы и затем проверить ее с помощью статистических методов. Рассчитали и интерпретировали относительный риск и другие параметры, полученные из четырехпольных таблиц частот (таблиц сопряженности), которые позволяют выявить наличие связи между двумя дихотомическими признаками объекта (принимающими только два значения), а также между фактором риска и исследуемым событием, которое по гипотезе должно быть связано с ним.

Чтобы понять, чаще или реже встречается распространенность неблагоприятных сдвигов умственной работоспособности при наличии плотности урока (выше 80% или выше 90%), чем при отсутствии такой интенсивности учебной деятельности, нужно разбить имеющуюся выборку учащихся на две группы, одна из которых состоит из детей с наличием неблагоприятных сдвигов работоспособности к концу урока, а другая – из учащихся, у которых этот признак отсутствует (имеющих первые признаки утомления или его отсутствие). Аналогичное разделение произвели в отношении признака «количество смен ВУД».

Для проверки значимости отличий выборочного значения полученного относительного риска от единицы приняли доверительный интервал (ДИ) с заданной вероятностью (95%), который означает, что реальное значение искомого относительного риска не выходит за пределы полученного интервала и лишь 5% вероятности, что мы, принимая эту гипотезу, допускаем ошибку. Таким образом, получая в результате расчетов 95%-й доверительный интервал, не содержащий 1, можем говорить о том, что частоты в группах статистически значимо различаются с уровнем значимости 5%, т.е. факторы риска (определенные регламенты показателей организации урока) действительно оказывают влияние на частоту появления события (распространенности учащихся с неблагоприятными сдвигами работоспособности).

Соотнесли возникновение числа таких случаев при различной плотности урока (80% и ниже – выше 80%, а также 90% и ниже – выше 90%) и разным количестве смен видов учебной деятельности на уроке (5 и менее – более 5, 6 и менее – более 6; 7 и менее – более 7).

Используя четырехпольные таблицы сопряженности, сравнили исходы, связанные с возникновением случаев явного и выраженного утомления на уроках с плотностью выше 80% с подобными исходами на уроках плотностью 80% и ниже. В данном случае значимые величины риска не были выявлены ( $p > 0,05$ ). Противоположную картину получили при сравнении исходов – распространенности случаев явного и выраженного утомления у школьников на уроках с плотностью не выше 90% и на уроках с интенсификацией учебной деятельности, превышаю-

щей 90%. Выявлен статистически значимый риск возникновения неблагоприятных сдвигов УР на уроках с показателем плотности учебной работы более 90%.

При анализе различных вариантов количества смен видов учебной деятельности статистически значимый риск возникновения случаев явного и выраженного утомления был выявлен при такой организации урока, где было зарегистрировано более 7 смен видов учебной деятельности.

Определены статистически значимые величины относительного риска (RR) компонентов организации урока (факторов) для развития выраженного утомления организма обучающихся (исходов) (Таблица 5.1).

**Таблица 5.1** – Относительный риск (причинно-следственные связи) возникновения утомления у учащихся 5–9-х классов в зависимости от организации урока (плотность урока, количество смен различных видов учебной деятельности)

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

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

Для интерпретации полученных данных использовали «Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой» («Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров, М., 2009»), поскольку длительное, непрерывное воздействие школьных факторов на растущий организм можно расценивать аналогично профессиональному.

Из Таблицы 5.1 видно, что если плотность урока превышает 90% и число смен видов учебной деятельности на уроке – более 7, то обучение школьников 5–9-х классов характеризуется риском формирования неблагоприятных сдвигов их УР. Степень причинно-следственной связи утомительного воздействия урока и показателей его организации (плотность, смены видов учебной деятельности), можно охарактеризовать как высокую (57,3%) и средней степени (41,1%).



Таким образом, организация урока, при которой плотность учебной деятельности не превышает 90%, число смен видов ученой – не более 7, будет способствовать предотвращению развития признаков явного и выраженного утомления учащихся в динамике урока в условиях цифровой образовательной среды.

Для определения оптимальной с гигиенических позиций структуры урока в условиях цифровой образовательной среды подтвердили целесообразность использования офтальмотренажа и физкультминуток, содержащих упражнения для снятия общего утомления.

На уроках с использованием ЭСО (на 20-й минуте урока) были организованы перерывы (около 2–5 минут), на которых проводился комплекс упражнений для снятия общего утомления и упражнения для глаз. В динамике уроков (до уроков и после уроков) регистрировали показатели ФСО учащихся: УР, КЧСМ, аккомодационную способность глаза.

Сравнительный анализ влияния наличия и отсутствия офтальмотренажа и физкультминуток на уроке с использованием ЭСО на работоспособность и ФСО учащихся показал, что независимо от возраста наиболее благоприятная динамика всех изучаемых показателей организма учащихся отмечалась на тех уроках, где проводился комплекс профилактических мероприятий (ПМ): упражнения для предупреждения развития общего и зрительного утомления (Таблица 5.2).

Показатели работоспособности учащихся на уроках с наличием специального комплекса профилактических мероприятий: офтальмотренажа и физкультминуток отличались большей устойчивостью. Так, коэффициент «П» у младших школьников снижался незначительно и составлял 0,92 усл. ед против 1,18 усл. ед до занятий, в то время как после урока без двигательного-активного перерыва его величина снизилась почти в 4 раза (с 2,19 до 0,58 усл. ед). У учащихся среднего школьного возраста после уроков с проведением ПМ коэффициент «П» даже несколько увеличивался (с 0,95 до 1,25 усл. ед), тогда как уроки без использования ПМ вызывали выраженное утомление более, чем у трети школьников (35,7%). При этом интегральный показатель работоспособности снижался у них (с 1,51 до 0,96 усл. ед), хотя и в меньшей степени, чем у младших школьников. Соответ-

ственно снижению работоспособности после уроков без использования комплекса профилактических мероприятий у учащихся и младших, и средних классов менялось и функциональное состояние ЦНС: значимо уменьшалась величина КЧСМ. Соответственно снижению работоспособности после уроков без использования комплекса специальных упражнений у учащихся и младших, и средних классов менялось и функциональное состояние ЦНС: значимо уменьшалась величина КЧСМ.

**Таблица 5.2** – Динамика ФСО учащихся начальных и средних классов на уроках с организацией и без организации комплекса профилактических мероприятий (ПМ)

Показатели		Начальные классы				Средние			
		Уроки с ПМ		Уроки без ПМ		Уроки с ПМ		Уроки без ПМ	
		До урока	После урока	До урока	После урока	До урока	После урока	До урока	После урока
Число исследований		81	81	161	161	199	199	197	197
Кол-во просмотренных знаков, М±m		213,5±5,4	231,5±5,1	215,7±4,3	211,6±3,2	296,7±2,3	304,7±2,1	301,7±2,5	282,6±3,1
Кол-во стандартизированных ошибок на 500 зн., М±m		8,7±0,52	9,65±0,52	9,95±0,31	12,05±0,39	7,11±0,19	6,97±0,21	6,54±0,17	7,30±0,19
Коэффициент «П», усл. ед		1,18	0,92	2,19	0,58	0,95	1,25	1,51	0,96
Кол-во сдвигов УР с явным и выраженным утомлением, %			33,4		46,6		28,8		35,7
КЧСМ	Кол-во исследований	75	69	116	113	100	98	57	56
	М±m, Гц	23,7±0,29	24,2±0,31	26,5±0,22*	24,3±0,23*	26,8±0,21	26,4±0,22	31,5 ±0,31*	27,6±0,29*
Аккомодация	Кол-во исследований	67	61	111	108	56	56	55	51
	ОА, дптр	13,1±0,16	14,5±0,19	15,0±0,18**	14,2±0,19**	13,9±0,30	13,5±0,30	14,2±0,30**	12,8±0,30**
	КУ, %		-10,7		+5,3		+3,1		+9,7

*Примечание* – значимость различий показателей «после урока» - в сравнении с показателями «до урока»: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; КУ – коэффициент утомляемости цилиарной мышцы глаза.

Учебные занятия с использованием ЭСО без проведения профилактических мероприятий приводили к снижению объема аккомодации ( $p < 0,01$ ) и увеличению коэффициента утомления цилиарной мышцы глаза у детей как младшего, так и среднего школьного возраста. Вышеизложенное подтверждает эффективность обязательной организации перерыва на уроке с использованием ЭСО, включающего комплекс упражнений, направленных на профилактику зрительного и обще-

го утомления, проведение которого целесообразно и на уроках без применения ЭСО.

Таким образом, в условиях цифровой образовательной среды обоснованы регламенты для таких показателей организации урока, как плотность учебной деятельности, количество смен видов учебной деятельности на уроке, для начальной, так и для средней школы. Подтверждена эффективность наличия на уроке с применением ЭСО комплекса упражнений, направленных на профилактику зрительного и общего утомления. Указанные показатели, наряду с показателями суммарного и непрерывного времени использования ЭСО на уроке, информативны для гигиенической оценки урока.

## **5.2. Разработка метода гигиенической оценки урока в условиях цифровой среды**

Изменение в условиях цифровой среды интенсивности обучения, форм и методов преподавания в образовательном учреждении обуславливает необходимость пересмотра и обновления имеющихся методических подходов к гигиенической оценке урока.

### **5.2.1. Разработка и определение эффективности скрининга гигиенической оценки урока**

Для характеристики урока с целью дальнейшей оценки его рациональности в гигиене детей и подростков традиционно используются хронометражные наблюдения за учебной деятельностью, занятостью школьников на уроке. Однако хронометражные наблюдения достаточно трудоемки и требуют больших временных затрат и практически не используются в ходе надзорных мероприятий. Решение этой проблемы возможно с помощью скрининговых методов. Скрининг – предположительная идентификация нераспознанного с позиций гигиены «дефекта» организации урока путем проведения легко доступных методов анкетирования. Скрининг позволяет выявить факторы риска отклонений в ФСО учащихся. Для выявления нарушений гигиенических требований к организации урока разработан скрининг-анкета (Приложение В). Анкета включает характеристику пара-

метров урока (плотность учебной работы, количество смен видов учебной деятельности и их продолжительность (письмо, чтение, опрос и т.п.), непрерывная и суммарная продолжительность использования ЭСО, наличие физкультминутки).

Для апробации анкетного скрининга воспользовались существующей классической программой оценки скрининговой эффективности [Wilson J. M. G., Jungner G., 1968; Cochrane A. L., Holland W. W., 1971; Сотникова Е. Н с соавт., 2010], учитывая, что скрининговые методы должны быть достоверными, точными, удобными в использовании, доступными, воспроизводимыми, позитивно восприниматься педагогами и детьми; не нарушать учебный процесс в образовательных учреждениях, иметь достаточный показатель качества теста и скрининговую значимость. Последнюю определяли на основании чувствительности (количество истинно-положительных результатов при исследовании) и специфичности (количество истинно-отрицательных результатов при исследовании).

Для оценки эффективности скрининг-метода проанализировано 106 анкет, заполненных учителями и характеризующих с гигиенических позиций проведенные ими уроки (1–9-е классы). Также использованы данные хронометражных наблюдений за деятельностью школьников на тех же 106 уроках (охарактеризованных в анкетах учителями). Хронометраж был проведен врачами-гигиенистами (Таблица 5.3).

**Таблица 5.3** – Сопоставление результатов хронометража учебной деятельности на уроке (проведенного врачом-гигиенистом) и анкетного скрининга (проведенного педагогом)

Показатель	Скрининговая значимость, кол-во уроков				Чувствительность, %	Специфичность, %
	A(+/+)	B(-/+)	C(+/-)	D(-/-)		
Сопоставление данных хронометража с данными анкеты	33	14	10	49	76,7	77,7

*Истинно-положительные результаты* (A+/-) – это выявление анкетным скринингом нарушений (с гигиенических позиций) организации урока, что подтверждалось результатами хронометражных наблюдений на уроке врачом-гигиенистом. *Ложно-положительные результаты* (B+/-) – это выявление анкет-

ным скринингом нарушений (с гигиенических позиций) организации урока, при отсутствии таких нарушений в организации урока по результатам хронометражных наблюдений врачом-гигиенистом.

*Ложно-отрицательные результаты (C-/+) – не выявление в анкетном скрининге нарушений (с гигиенических позиций) организации урока при обнаружении таких по результатам хронометражных наблюдений врачом-гигиенистом. Истинно-отрицательные результаты (D(-/-) – не выявление в анкетном скрининге нарушений (с гигиенических позиций) организации урока, что подтверждается результатами хронометражных наблюдений на уроке, проведенных врачом-гигиенистом.*

Исходя из данных таблицы, получили, что для скрининга:

1) чувствительность:  $(A/(A+C)) \times 100 = (33/(33+10)) \times 100 = 76,7\% \approx 0,8$ ;

2) специфичность:  $(D/(B+D)) \times 100 = (49/(14+49)) \times 100 = 77,7\% \approx 0,8$ .

Скрининговая эффективность метода определяется показателем качества теста (КТ), который является комплексной оценкой чувствительности и эффективности (Таблица 5.4).

**Таблица 5.4** – Матрица для определения показателя качества скрининговых методов на основании чувствительности и специфичности

Специфичность	Чувствительность									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	0	0,1
0,2	–	–	–	–	–	–	–	0	0,1	0,2
0,3	–	–	–	–	–	–	0	0,1	0,2	0,3
0,4	–	–	–	–	–	0	0,1	0,2	0,3	0,4
0,5	–	–	–	–	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,6	–	–	–	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,7	–	–	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,8	–	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,9	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Источник: [Сотникова Е. Н., Храмцов П. И., 2010].

В соответствии с матрицей показатель качества теста (КТ) равен 0,6, т.е. соответствует скрининговому значению (характеристике) ( $> 0$ ), обладает достаточной чувствительностью и специфичностью.

Таким образом, разработанный анкетный тест достаточно информативен и может быть рекомендован для скрининговой оценки гигиенической рациональности организации урока.

Анкетный тест гигиенической оценки урока использован при разработке методики «Оценка уровня санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций» (утв. Приказом Главного врача «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» от 30.12.2013 №250) по разделу 8 «Режим образовательного процесса».

### **5.2.2. Разработка метода гигиенической оценки урока и результаты его апробации**

Алгоритм метода гигиенической оценки урока:

- 1) получение характеристики учебной деятельности учащихся с помощью анкетного скринингового метода;
- 2) выставление оценочных баллов по каждому показателю организации урока согласно показателям изучаемого урока (Таблицы 5.5–5.7);
- 3) суммирование полученных баллов;
- 4) определение уровня гигиенической рациональности урока на основании итогового балла (квалиметрический метод).

**Таблица 5.5** – Гигиеническая оценка урока

<i>Показатели организации урока</i>	<i>Оценочный балл, соответствующий фактическим показателям изучаемого урока</i>
1. Плотность урока	
2. Кол-во смен видов учебной деятельности на уроке	
3. Непрерывное время использования ЭСО	
4. Суммарное время использования ЭСО	
5. Наличие комплекса упражнений, направленных на профилактику зрительного и общего утомления	
Итоговый балл	

**Таблица 5.6** – Гигиеническая оценка организации урока для начальных классов

<i>Показатели организации урока</i>	<i>Уровни гигиенической рациональности урока</i>	
	<i>Рациональный</i>	<i>Нерациональный</i>
	<i>Оценочные баллы</i>	
	<i>1 балл</i>	<i>0 баллов</i>
1. Плотность урока	60–80%	Более 80%
2. Кол-во смен видов учебной деятельности на уроке	Не более 7	Более 7
3. Непрерывное время использования ЭСО	ИД: не более 5–7 минут ПК: в 1-2-х классах – не более 20 минут; в 3-4-х классах – не более 25 минут НБ: в 1-2-х классах – не более 20 мин; в 3-4-х классах – не более 25 минут	ИД: более 5–7 минут ПК: в 1-2-х классах – более 20 минут; в 3-4-х классах – более 25 минут НБ: в 1-2-х классах – более 20 мин; в 3-4-х классах – более 25 минут
4. Суммарное время использования ЭСО	ИД: в 1-2-х классах – не более 25 мин; в 3-4-х классах – не более 30 минут	ИД: в 1-2-х классах – более 25 мин; в 3-4-х классах – более 30 минут
5. Наличие комплекса упражнений, направленных на профилактику зрительного и общего утомления	Присутствует	Отсутствует

**Таблица 5.7** – Гигиеническая оценка организации урока для средних классов

<i>Показатели организации урока</i>	<i>Уровни гигиенической рациональности урока</i>	
	<i>Рациональный</i>	<i>Нерациональный</i>
	<i>Оценочные баллы</i>	
	<i>1 балл</i>	<i>0 баллов</i>
1. Плотность урока	Не более 90%	Более 90%
2. Кол-во смен видов учебной деятельности на уроке	Не более 7	Более 7
3. Непрерывное время использования ЭСО	ИД: 10 минут ПК: в 5-6-х классах – не более 30 минут; в 7–9-х классах – не более 35 минут	ИД: более 10 минут ПК: в 5-6-х классах – более 30 минут; в 7–9-х классах – более 35 минут
4. Суммарное время использования ЭСО	ИД: не более 30 мин	ИД: более 30 мин
5. Наличие комплекса упражнений, направленных на профилактику зрительного и общего утомления	Присутствует	Отсутствует

В зависимости от итогового балла гигиенической оценки изучаемого урока можно выделить:

– гигиенически рациональные уроки – 5 баллов;

– недостаточно рациональные уроки – 3-4 балла (при условии оценивания каждого из показателей урока № 1, № 3, № 4 в 1 балл);

– гигиенически нерациональные уроки – 2 и менее баллов.

Таким образом, предложенную методику гигиенической оценки урока в условиях цифровой образовательной среды целесообразно использовать в работе как педагогическим коллективам образовательных учреждений (в качестве самоаудита), так и органами Роспотребнадзора для выявления факторов организации урока, способствующих переутомлению учащихся с целью снижения риска возникновения школьно-обусловленных заболеваний.

Метод гигиенической оценки урока в условиях цифровой образовательной использовали для изучения организации учебного процесса общеобразовательных школ г. Москвы. Оценено 310 уроков в 1–9-х классах.

Получили, что  $25,5 \pm 2,5\%$  уроков организованы гигиенически нерационально;  $60,5 \pm 2,8\%$  – недостаточно рационально и лишь  $14,0 \pm 1,9\%$  школьных занятий соответствовали всем рекомендуемым показателям.

Среди выявленных недостатков организации лидировало отсутствие профилактического комплекса на уроке ( $77,6 \pm 2,4\%$  уроков) – в течение этих занятий не проводилось ни физкультминуток, ни офтальмотренажа. На почти трети обследованных уроков ( $31,0 \pm 2,6\%$ ) продолжительность непрерывного использования ЭСО превышала рекомендуемую; а на  $22,0 \pm 2,2\%$  занятий – длительность суммарной продолжительности применения электронных средств не соответствовала санитарному законодательству. Превышение допустимой интенсивности учебной работы отметили на четверти изучаемых уроков ( $25,4 \pm 2,4\%$ ), а на  $15,0 \pm 2,0\%$  занятий частота смен видов учебной деятельности превышала рекомендуемую.

Таким образом, применение метода гигиенической оценки урока при изучении образовательного процесса школы позволило выявить «слабые» места в организации занятия в условиях цифровой среды для дальнейшей его коррекции и оптимизации с целью профилактики переутомления учащихся.

**Резюме.** Негативное влияние использования ЭСО на уроке определяется не только длительностью этого использования, но и учебной плотностью самого



урока и количеством смен видов учебной деятельности. Интенсификация работы сопровождается более выраженным утомлением, чем при увеличении продолжительности применения ЭСО.

Установили, что организация урока, при которой плотность учебной деятельности не превышает 90%, число смен видов ученой – не более 7, будет способствовать предотвращению развития признаков явного и выраженного утомления учащихся в динамике урока в условиях цифровой образовательной среды.

Подтвердили эффективность использования офтальмотренажа и физкультурминут, содержащих упражнения для снятия общего утомления на занятиях с использованием ЭСО. Базируясь на обоснованных регламентах показателей организации урока, разработали методику гигиенической оценки урока в условиях цифровой образовательной среды. Применение указанной методики при изучении образовательного процесса школ г. Москвы позволило выявить «слабые» места в организации занятия в условиях цифровой среды для дальнейшей его коррекции и оптимизации с целью профилактики переутомления учащихся.

### **5.3. Оптимизация методического подхода к составлению и оценке расписания уроков**

#### **5.3.1. Значение школьного расписания в формировании утомления учащихся**

Одним из важных элементов организации учебного процесса является расписание занятий. От того, насколько рационально с позиций гигиены оно составлено зависит поддержание высокой работоспособности, оптимального функционального состояния организма (ФСО), отсутствие чрезмерного утомления и гармоничное развитие школьников [Пайкес В. Г., 2001; Федорцева М. Б. и др., 2007; Тарасова Т. В., Туаева Т. В., 2015].

Роль адекватно построенного школьного расписания в поддержании оптимального функционального состояния организма школьников иллюстрируют результаты выполненной гигиенической оценки инновационного способа его построения. Он заключался в сдваивании уроков по одному предмету (блок-урок). У учащихся 2–4-х классов такой блок-урок включал два 30-минутных занятия, у

школьников 5–9-х классов – три 30-минутных занятия. После каждого занятия организовывалась перемена. Продолжительность учебного дня и перерывов между блоками сохранялись общепринятыми. В ходе сравнительного анализа полученных данных функционального состояния организма учащихся с результатами исследований в ряде общеобразовательных школ (контрольная группа) с традиционным расписанием занятий, был выявлен ряд преимуществ обучения на фоне инновационного способа составления расписания. Несмотря на одинаковый недельный объем образовательной нагрузки в группах сравнения, инновационное учебное расписание обеспечивало более благоприятные показатели ФСО учащихся. Отмечен устойчивый высокий уровень умственной работоспособности учащихся средних классов в течение учебного дня, недели и года (диапазон значений интегрального показателя умственной работоспособности (ИПР) составил 1,52–2,38 усл. ед., против 0,48–1,70 усл. ед. в контроле). Кроме того, для этой группы подростков была характерна меньшая частота случаев сильного и выраженного утомления (11,8–28,3% против 26,7–66,7%,  $p < 0,01$ ), а также дискомфортных эмоциональных состояний (ДЭС) (1,6–20,)% против 26,0–28,3%,  $p < 0,05$ ). Аналогичная картина показателей умственной работоспособности учащихся начальных классов представлены в Таблице 5.8.

**Таблица 5.8** – Показатели умственной работоспособности учащихся начальной школы при обучении на фоне инновационного (ИР) и традиционного (ТР) расписания уроков

Показатель	2-й класс		3-й класс		P
	ИР	ТР	ИР	ТР	
	I	II	III	IV	
Кол-во исследований	316	2308	344	4522	
Интегральный показатель работоспособности (ИПР), усл. ед.	1,85	1,02	1,73	1,18	
Сильное и выраженное утомление, %	24,5±3,5	44,4±1,1	20,5±3,1	36,7±0,7	$P_{III-IV} < 0,001$

Полученные результаты подтверждают возможность снижения утомительности учебного процесса путем оптимизации школьного расписания. Между тем, в современной практике надзорных мероприятий гигиеническая оценка учебного расписания является одной из самых трудоемких задач.

В то же время, возрастание объемов и интенсивности учебных нагрузок, применение электронных средств обучения, кардинально меняющих характер учебного процесса, обуславливают необходимость оптимизации методических подходов к составлению и оценке расписания уроков в современной школе.

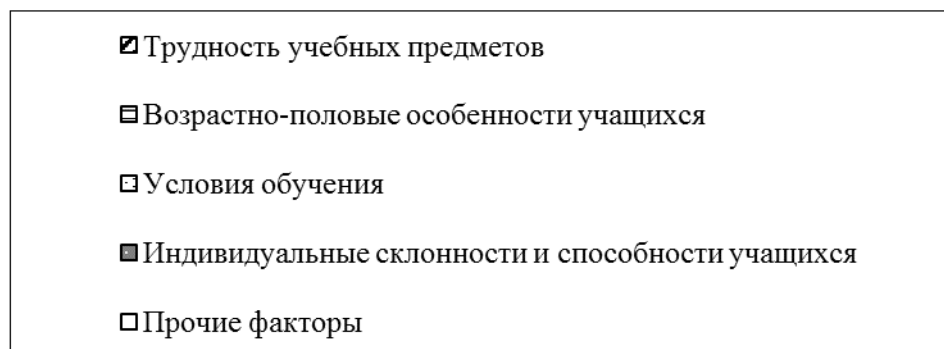
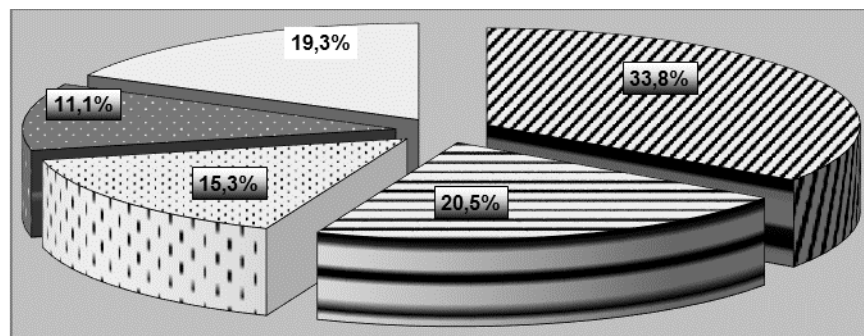
### **5.3.2. Анализ факторов, формирующих утомительность урока в современной школе**

В соответствии с существующими представлениями за основу оценки берется учет трудности учебных предметов с последующим распределением их в течение учебного дня и недели и сравнение полученных кривых с классической дневной и недельной динамикой умственной работоспособности.

В основу составления учебного расписания должна быть заложена степень утомительности школьных предметов, зависящая от различных факторов, которые не всегда поддаются измерению и регламентации [Попова Н. М., Сапожникова Г. М., 1988]. К таким факторам относятся: трудность урока (сложность, объем информации, степень ее новизны), эмоциональное состояние ученика (привлекательность учебного процесса, мотивация), организация и условия обучения [Громбах С. М., 1978].

В условиях реализации новых образовательных стандартов и программ обучения изменилось содержание учебных дисциплин, их утомительность, появились новые предметы. Учебный процесс включает активное использование ЭСО, повышающих мотивацию школьников. Учащимся предъявляются требования, не только включающие освоение умений, специфических для данной предметной области и видов деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета, но и его преобразованию и применению в учебно-проектных ситуациях, формирование научного типа мышления, научных представлений о ключевых теориях, владение научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами. Происходящие перемены обусловили необходимость изучения факторов утомительности уроков в условиях цифровой среды, лежащих в основе формирования учебного расписания, с целью его оптимизации.

Для решения этой задачи проведено медико-социологическое исследование 1879 школьников 1–9-х классов с использованием специально разработанной анкеты (Приложение В). В ней особое место отводилось субъективной оценке учащимися трудности учебных предметов. Кроме того, предлагаемые школьникам вопросы касались предпочтения ими тех или иных учебных предметов; причин, определяющих эти предпочтения; учебной успеваемости; затрат времени на приготовлении уроков по различным предметам. Для выявления степени взаимосвязи изучаемых с помощью анкетного опроса характеристик утомительности современного урока был применен многомерный факторный анализ. Его результатом является получение новых интегральных показателей, вклад которых характеризуется величиной дисперсии. Выделили 4 значимых фактора, формирующих утомительность урока и составляющих 80,6% общей дисперсии (Рисунок 5.1).



**Рисунок 5.1** – Факторы, формирующие утомительность урока

Методом логической интерпретации определили значение выявленных факторов (Таблица 5.9)

**Таблица 5.9** – Факторные нагрузки показателей, формирующих утомительность урока

№	Показатели	Факторы			
		F1	F2	F3	F4
1.	Класс	0,72	0,47	0,49	0,17
2.	Пол	-0,11	-0,90	-0,23	0,15
3.	Школа	-0,16	0,11	0,93	-0,23
4.	Город	0,26	0,22	-0,50	0,14
5.	Отношение к учебе	-0,49	0,81	-0,04	0,07
6.	Успеваемость по русскому языку (письму)	0,85	0,13	-0,27	-0,20
7.	Успеваемость по литературе (чтению)	0,66	0,22	0,12	-0,11
8.	Успеваемость по иностранному языку	0,32	0,29	-0,46	-0,18
9.	Успеваемость по алгебре (математике)	0,86	-0,17	0,11	-0,14
10.	Успеваемость по геометрии	0,93	0,12	-0,23	0,17
11.	Время, затрачиваемое на выполнения домашних заданий по каждому из основных предметов	0,8	0,3	-0,50	0,14
12.	Предпочтения учебных предметов	0,47	0,46	0,42	0,49
13.	Причины предпочтений учебных предметов	0,13	0,76	0,06	-0,38
14.	Выбор наиболее трудного учебного предмета	0,46	0,73	0,26	-0,33
Субъективная трудность предмета:					
15.	русский язык	0,77	-0,27	0,45	0,18
16.	литература	0,75	-0,40	0,11	0,27
17.	иностраннный язык	0,69	0,18	0,54	0,01
18.	алгебра	0,41	0,33	0,48	0,26
19.	геометрия	0,41	0,47	0,01	0,75
20.	информатика	0,33	-0,23	0,22	-0,24
21.	география	0,51	-0,35	0,52	0,34
22.	физика	0,48	-0,22	0,29	0,91
23.	химия	-0,68	-0,22	0,53	-0,15
24.	история	0,45	-0,39	-0,22	0,61
25.	биология	0,40	-0,21	-0,72	0,01
26.	музыка	-0,52	0,37	-0,16	-0,23
27.	ИЗО	-0,70	-0,33	-0,35	0,48
28.	физическая культура	-0,69	0,38	-0,18	0,11
29.	труд (технология)	-0,82	0,10	-0,18	-0,38

Первый комплекс показателей, характеризующих утомительность урока (фактор F1) – отражает собственно субъективную трудность, сложность большинства учебных предметов, которая тесно связана с успеваемостью, отношением к учебе и продолжительностью выполнения домашних заданий, а также с классом обучения и, следовательно, с возрастом ребенка (коэффициенты корреляции 0,32–0,93). Вклад этого фактора в общую дисперсию наибольший – 33,8%, что говорит о его значимости в исследуемой проблеме. Второй фактор F2 (20,5% дисперсии) отражает взаимосвязь учебной мотивации, предпочтений учебных предметов с поло-личностными особенностями ребенка, его эмоциональным состоянием, классом обучения (коэффициенты корреляции – 0,46–0,90). Третий фактор F3 (15,3% дисперсии) связали с условиями обучения. Он включает показатели, обусловленные, по всей видимости, особенностями образовательного учреждения (специфика преподавания в различных городах, школах, классных коллективах; степенью использования цифровых средств в учебном процессе в разных регионах страны), обуславливающие успеваемость и трудность отдельных предметов (коэффициенты корреляции – 0,35–0,93). Четвертый фактор F4 (11,1% дисперсии) интерпретировали как индивидуальные способности и склонности учащихся (предпочтения тех или иных предметов, выбор «физиков» и «лириков») (коэффициенты корреляции – 0,34–0,91).

Методами многомерного статистического анализа подтверждена многокомпонентность понятия утомительность урока, включающего в себя собственно трудность учебного предмета (сложность, объем); состояние организма ребенка (возрастно-половые особенности, способности и наклонности, эмоциональный настрой); условия обучения, что объективно подтверждает научные наработки, имеющиеся по данной проблеме [Громбах С. М., Усищева Ц. Л., 1978; Степанова М. И., 1984]. Поскольку управление всеми факторами, формирующими утомительность урока в школьных организованных коллективах, достаточно проблематично, именно учет трудности учебных предметов (в нашем исследовании установленной субъективно) положен в основу построения гигиенически оптимального учебного расписания.

### **5.3.3. Разработка шкалы трудности учебных предметов и обоснование методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания**

В условиях цифровой образовательной среды увеличились объем и сложность учебной информации, усилилась интенсификация умственной деятельности учащихся, появились новые учебные, в том числе интегрированные, дисциплины. Это актуализировало необходимость пересмотра шкал трудности предметов, созданных еще в XX веке [Сивков И. Г., 1975; Агарков В. И., 1986; Гребняк Н. П., 1993].

Основой для создания шкал трудности являлись данные анкетного опроса более 1800 учащихся 1–9-х классов, в котором они в условных баллах градиrowали трудность учебных предметов. В результате статистической обработки по каждому из предметов получили среднюю арифметическую ( $M \pm m$ ) баллов трудности. Рассчитанные коэффициенты вариации не превышали 0,33 (33,0%), т.е. найденные средние адекватно представляют статистические совокупности, являются её типичными, надёжными характеристиками, а сами совокупности – однородными по рассматриваемому признаку.

Базируясь на полученных результатах, разработали шкалу трудности учебных предметов, принимая за основу положения, что шкала — это упорядоченная последовательность значений одноименных величин различного размера. Места, занимаемые величинами в шкале, называются рангами, а сама шкала называется ранговой. Интервалы между рангами точно измерить нельзя, но шкала позволяет установить факт равенства или неравенства измеряемых объектов и определить характер неравенства в виде суждений: «больше – меньше» и т.п. С помощью ранговых шкал можно измерять качественные, не имеющие строгой количественной меры, показатели. Особенно широко эти шкалы используются в гуманитарных науках: педагогике, психологии, социологии.

Средним арифметическим баллов трудности, полученным в исследовании, присвоили ранги.

В Таблицах 5.10–5.11 представлены шкалы трудности учебных предметов для начальной и основной школ, рекомендованные к использованию при составлении расписания занятий в школе.

**Таблица 5.10** – Шкала трудности учебных предметов для начальных классов

№	Предмет	Количество баллов (ранг трудности)			
		1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс
1.	Русский язык	8	9	7	9
2.	Математика	5	4	5	7
3.	Иностранный язык	3	8	9	10
4.	Окружающий мир	6	5	8	8
5.	Чтение	2	2	6	5
6.	ИЗО	1	3	2	1
7.	Технология	7	7	3	3
8.	Физкультура	4	6	4	6
9.	Музыка	4	1	1	4
10.	Основы религиозных культур и светской этики (ОРКСЭ)	–	–	–	2

**Таблица 5.11** – Шкала трудности учебных предметов для средней школы

Предмет	Количество баллов (ранг трудности)				
	5-й класс	6-й класс	7-й класс	8-й класс	9-й класс
Химия	–	–	–	8	13
Геометрия	–	–	13	13	12
Физика	–	–	10	9	14
Алгебра	–	–	11	10	10
Мировая художественная культура (МХК)	–	–	3	1	1
Обществознание	7	7	5	7	6
Биология	8	7	8	7	8
Математика	10	10	–	–	–
Иностранный язык	13	13	11	11	7
Русский язык	12	9	9	6	7
География	9	8	5	3	5



## Продолжение Таблицы 5.11

Второй иностранный язык (если есть)	14	12	10	12	9
История	11	11	7	8	11
Технология	4	6	4	4	2
Литература	6	5	6	5	3
ИЗО	2	2	–	–	–
Физкультура	5	3	2	2	1
Музыка	1	1	1	–	–
Информатика	3	4	3	2	4
Основы безопасности жизнедеятельности	1	2	3	3	3

Для замены предметов в расписании целесообразно использовать примерно одинаковые по трудности.

Для удобства применения на практике и наглядности данных по трудности учебных предметов и их группировки использовали кластерный анализ, в результате которого построили дендрограмму – «дерево» иерархической структуры, позволившую распределить 15 основных учебных предметов по степени их трудности на следующие группы (кластеры):

1-я группа – русский язык, литература, география, история, информатика;

2-я группа – иностранный язык и алгебра;

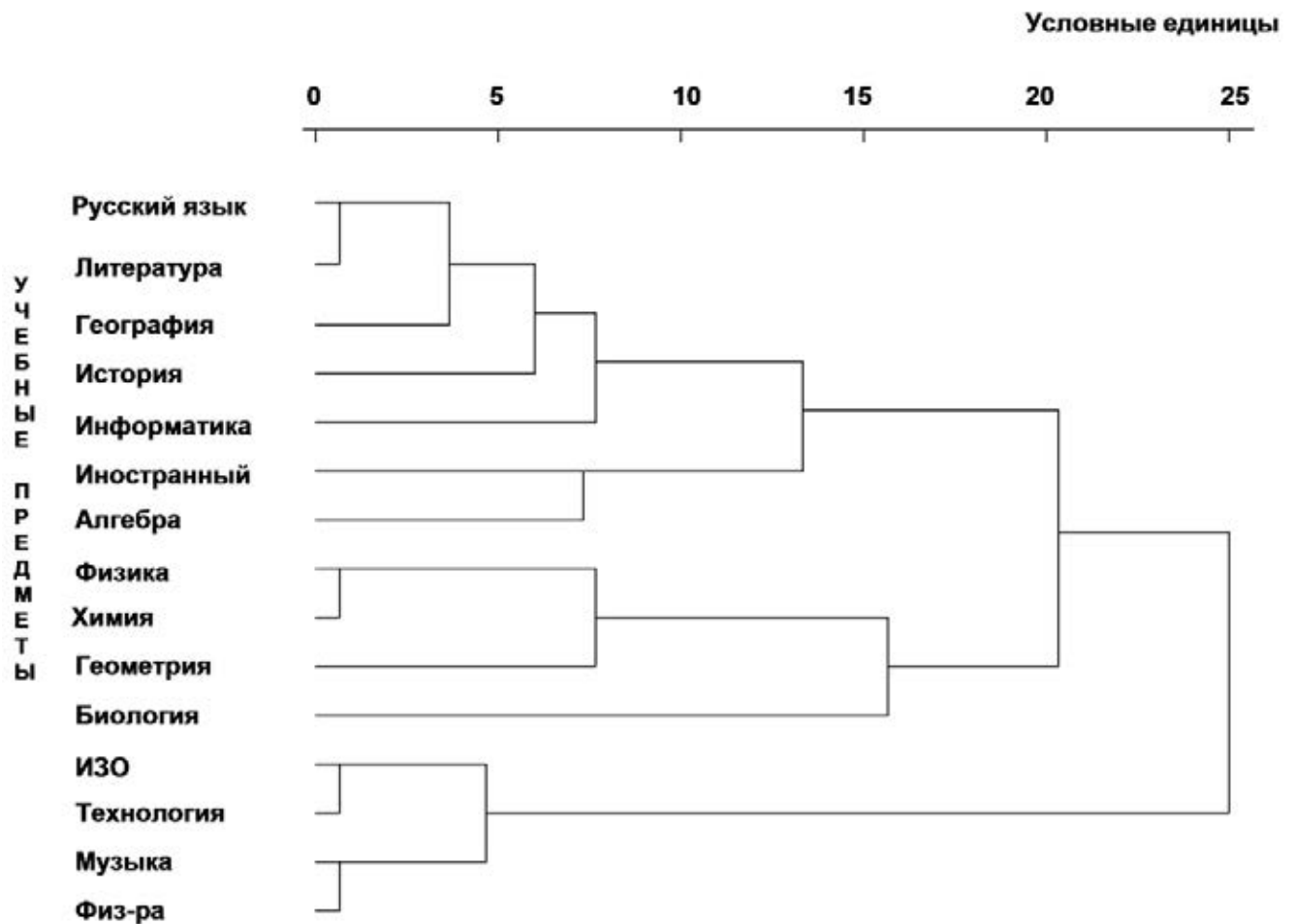
3-я группа – физика, химия и геометрия;

4-я группа – биология;

5-я группа – ИЗО, технология, музыка, физкультура (Рисунок 5.2).

На дендрограмме – учебные предметы (объекты группировки) следуют по вертикали.

По горизонтали отмечены расстояния (в условных единицах), на которых происходит объединение объектов (учебных предметов) в кластеры – однородные классы, внутри которых объекты более похожи друг на друга, чем на объекты из других классов по определенным критериям (в нашем случае – по баллам трудности).



**Рисунок 5.2** – Дендрограмма взаимосвязей учебных предметов по степени их трудности

Использование цифровых технологий и компьютерной техники позволяет существенно упростить проведение гигиенической оценки школьного расписания. С учетом использования шкалы трудности учебных дисциплин нами разработан и обоснован алгоритм автоматизированной процедуры гигиенической оценки учебного расписания (для каждого классного коллектива), который выглядит следующим образом.

1. Алгоритм оценки соответствия дневных «кривых» распределения трудности учебных предметов физиологической кривой умственной работоспособности учащихся в течение учебного дня.

1.1. Построение дневных кривых распределения трудности учебных предметов.

1.2. Сравнение каждой из дневных кривых распределения трудности учебных предметов (за неделю) с дневной физиологической кривой умственной работоспособности учащихся.

2. Оценка соответствия недельной кривой распределения трудности учебных предметов с недельной кривой умственной работоспособности учащихся.

2.1. Подсчет суммарной балльной трудности предметов каждого дня учебной недели.

2.2. Построение недельной кривой распределения трудности учебных предметов.

2.3. Сравнение недельной кривой распределения трудности учебных предметов с физиологической недельной кривой умственной работоспособности учащихся.

3. Итоговая гигиеническая оценка учебного расписания и при необходимости разработка рекомендаций по его оптимизации (перераспределение уроков в течение дня, недели и т.п.).

Метод гигиенической оценки учебного расписания с использованием разработанных шкал трудности учебных предметов зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности РФ. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных №2017621265 «Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания» от 1.11.2017.

Использование предложенного метода будет способствовать не только оптимизации проведения надзорных мероприятий социально-гигиенического мониторинга образовательного процесса в школе, но и доступного инструмента для самоаудита организации учебного процесса образовательного учреждения.

#### **5.3.4. Гигиеническая оценка расписаний занятий в общеобразовательных школах (апробация электронного методического комплекса для гигиенической оценки школьного расписания)**

Гигиеническая оценка организации учебного процесса в школе, в частности, учебного расписания, является важнейшей составной частью системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения.

Проанализированы недельные учебные расписания 561 класса из 29 общеобразовательных организаций г. Москвы (230 недельных расписаний начальной школы и 331 – средней школы).

Мы основывались на классическом представлении, что понедельник – день постепенного вработывания в учебную деятельность: поэтому суммарный за день балл трудности предметов – невысокий; на вторник и среду приходятся наиболее высокие баллы по шкале трудности; четверг и пятница – постепенное снижение балльной нагрузки.

Указанная динамика трудности учебных предметов соответствует физиологической недельной кривой УР: нарастает к середине недели и имеет низкий уровень в понедельник и пятницу.

В ходе гигиенической оценки недельного расписания уроков с учетом шкалы трудности уроков и особенностей динамики УР учащихся было установлено, что у  $39,2 \pm 2,1\%$  классных коллективов ( $33,5 \pm 3,0\%$  классов начальной школы и  $43,2 \pm 2,7\%$  – средней школы) оно составлено нерационально.

Наиболее частыми ошибками при составлении недельного школьного расписания были следующие.

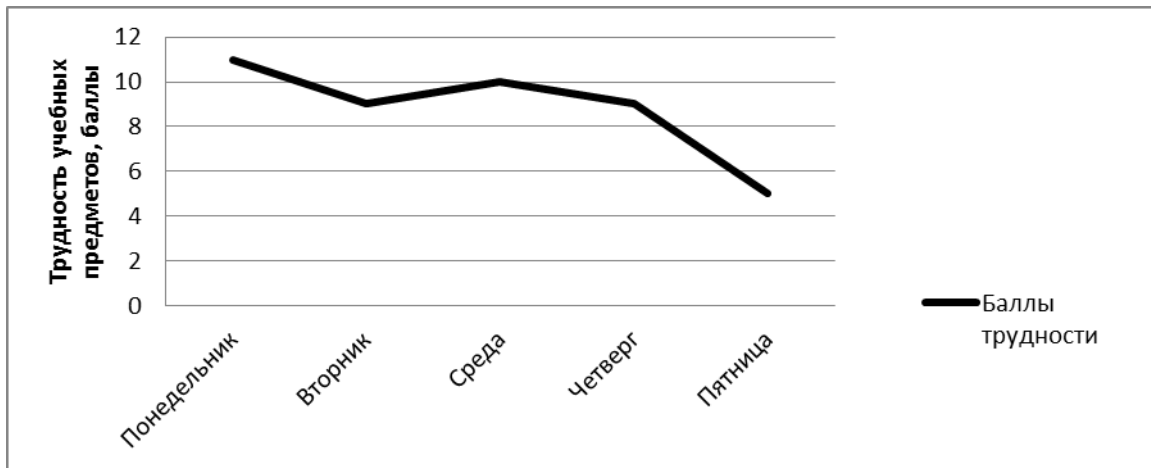
а) наибольший балл трудности предметов приходится на дни с наиболее низким уровнем УР учащихся (Рисунки 5.3–5.5):

– на понедельник – в  $36,6 \pm 2,7\%$  недельных расписаний ( $38,2 \pm 3,1\%$  в начальной школе;  $35,0 \pm 2,5\%$  – в средней школе);

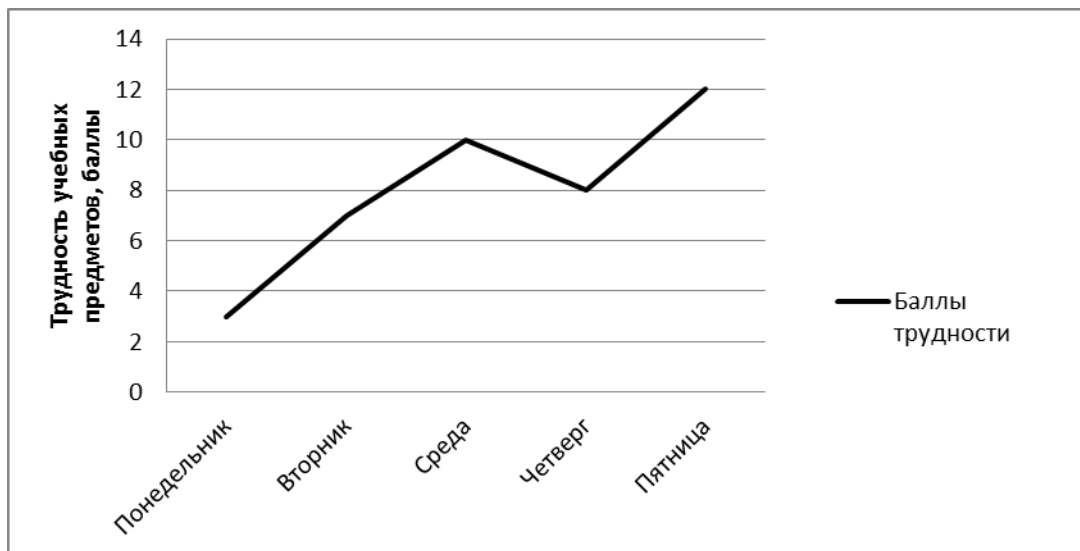
– на пятницу – в  $13,3 \pm 1,8\%$  недельных расписаний ( $12,5 \pm 1,6\%$  начальной школы и  $15,5 \pm 2,0\%$  – в средней школе);

– на понедельник и пятницу – в  $16,7 \pm 1,9\%$  расписаний ( $13,5 \pm 1,6\%$  начальной школы и  $20,4 \pm 2,6\%$  – в средней школе);

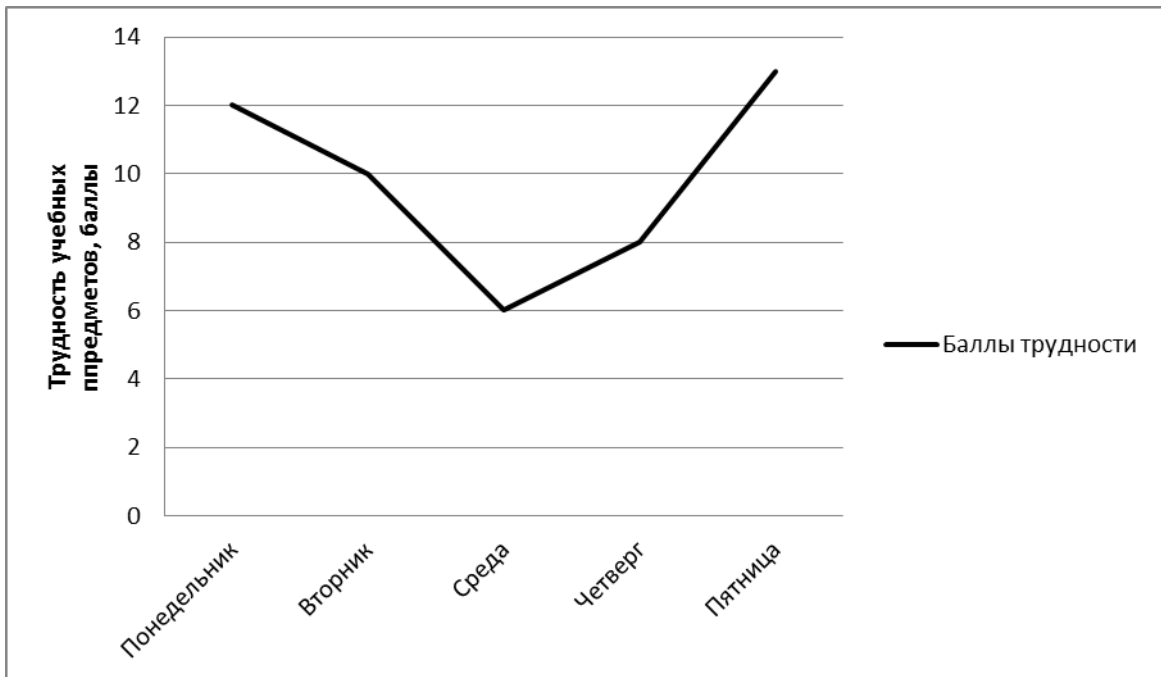
б) чередование дней с наибольшими и наименьшими суммарными баллами трудности учебных предметов – в  $9,2 \pm 1,8\%$  ( $10,0 \pm 2,5\%$  начальной школы и  $8,4 \pm 2,1\%$ ) (Рисунок 5.6).



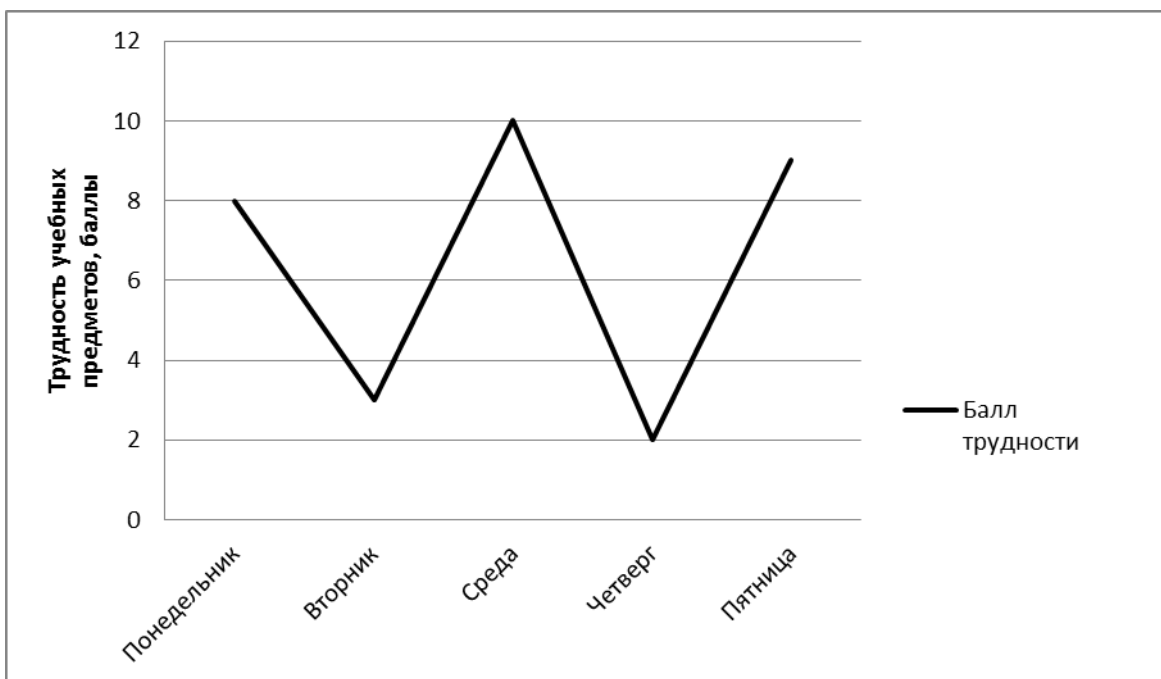
**Рисунок 5.3.** – Гигиенически нерациональное распределение суммарного балла трудности учебных предметов в динамике недели (максимальный балл трудности приходится на понедельник)



**Рисунок 5.4** – Гигиенически нерациональное распределение суммарного балла трудности учебных предметов в динамике недели (максимальный балл трудности приходится на пятницу)



**Рисунок 5.5** – Гигиенически нерациональное распределение суммарного балла трудности учебных предметов в динамике недели (максимальный балл трудности приходится на понедельник и на пятницу – «перевернутая» кривая)



**Рисунок 5.6** – Гигиенически нерациональное распределение суммарного балла трудности учебных предметов в динамике недели (равномерное чередование дней с наибольшими и наименьшими суммарными баллами трудности учебных предметов)

Аналогично недельной анализировали дневную динамику балльной нагрузки учебных предметов и ее соответствие физиологической дневной динамике ум-

ственной работоспособности учащихся: постепенное повышение ко 2–4-му уроку, далее постепенное снижение к концу учебного дня (возможны два «пика» трудности – ко 2-3-му уроку и к 5-му уроку). Оценили рациональность (с точки зрения распределения учебных предметов по их трудности) составления 1150 дневных расписаний младших классов и 1655 дневных расписаний средней школы. Было установлено, что оно составлено нерационально в  $59,2 \pm 2,1\%$  случаев. Выявлены следующие нарушения:

а) наибольший балл трудности приходится на уроки, когда уровень УР учащихся – наиболее низкий уровнем:

–на первый урок – в  $28,8 \pm 2,9\%$  дневных расписаний ( $30,0 \pm 4,5\%$  – в начальной школе и  $28,0 \pm 3,7\%$  – в средней школе);

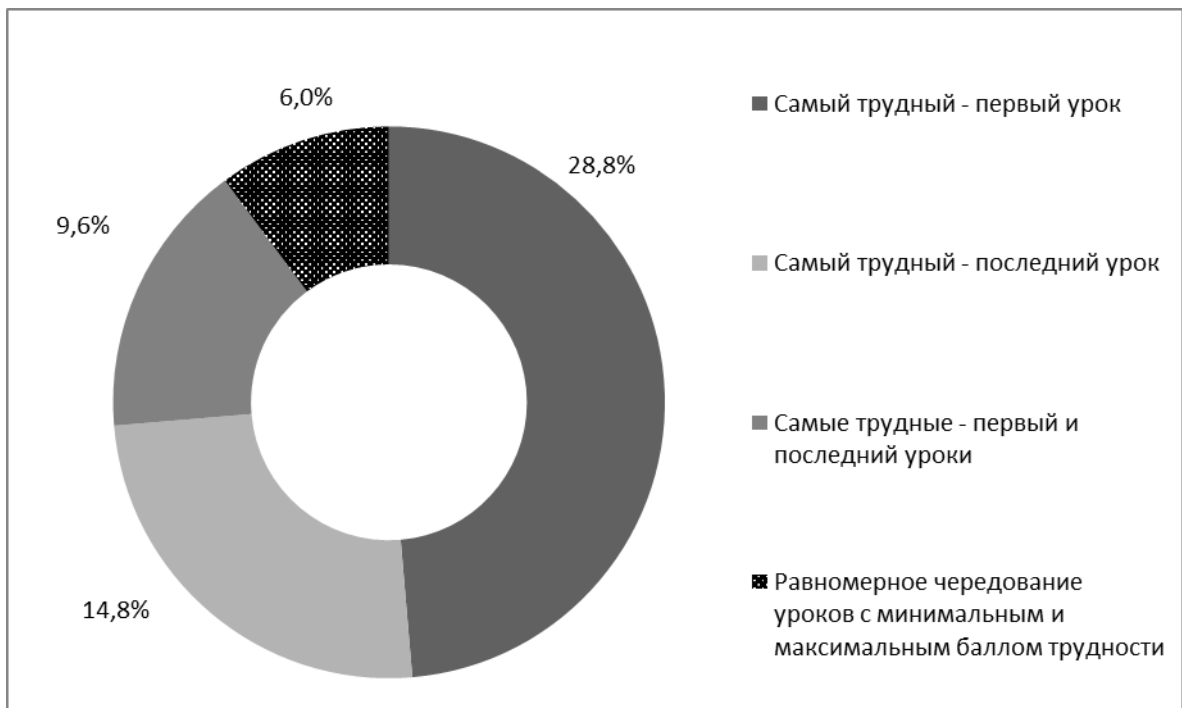
–на последний урок –  $14,8 \pm 2,2\%$  дневных расписаний ( $12,0 \pm 3,2\%$  расписаний начальной школы и  $16,6 \pm 3,0\%$  – в средней школе);

–на первый и последний урок – в  $9,6 \pm 1,9\%$  расписаний ( $9,0 \pm 2,9\%$  начальной школы и в  $10,0 \pm 2,4\%$  – средней школы);

б) равномерное чередование уроков с наибольшими и наименьшими баллами трудности учебных предметов выявлено в  $6,0 \pm 1,5\%$  дневных расписаний (в  $8,0 \pm 2,7\%$  расписаний начальной школы и в  $4,6 \pm 1,7\%$  – средней школы) (Рисунок 5.7).

Проведенный анализ гигиенической рациональности учебного расписания в условиях школьной цифровой среды показал, что значительная часть учащихся обучается на фоне несоответствия распределения учебной нагрузки физиологической динамике УР (как дневной, так и недельной).

Апробация нового методического комплекса для оценки расписания школьных уроков выявила снижение трудоемкости этого важнейшего этапа гигиенического мониторинга внутришкольной среды в условиях применения электронных средств обучения.



**Рисунок 5.7** – Результаты гигиенической оценки дневного расписания занятий 1–9-х классов: нерациональное распределение учебных предметов (по баллу трудности)

Методический прием использован при разработке «Оценки уровня санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций» (раздел 8 «Режим образовательного процесса», включенной в Стандарты проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний, гигиенических и иных видов оценок, которые утверждены приказом ФБГЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» от 30.12.2013 № 250.

### **5.3.5. Влияние различных вариантов учебного расписания на формирование утомления учащихся**

В условиях цифровой образовательной среды, когда изменяются структура уроков и наполнение учебных дисциплин, появляются новые предметы, требуется осмысление роли гигиенически адекватного школьного расписания в профилактике переутомления детей.

С позиций доказательной медицины оценили силу связи между негативным воздействием нерационально построенного школьного расписания (с точки зрения распределения трудности учебных предметов в течение дня (15 вариантов) и недели (5 вариантов) и исходами, выражающимися в увеличении доли учащихся с неблагоприятными сдвигами умственной работоспособности 211 школьников к



концу учебного дня, отражающие признаки явного и выраженного утомления. Определены статистически значимые величины относительного риска (RR) данного фактора для формирования отклонений в функциональном состоянии организма учащихся, их переутомлении (Таблица 5.12).

**Таблица 5.12** – Относительный риск (причинно-следственные связи) возникновения явного и выраженного утомления учащихся 5–9-х классов в зависимости от гигиенической рациональности школьного расписания

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

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

Результаты свидетельствуют о наличии связи между нерационально (с гигиенических позиций) составленным расписанием и показателями переутомления школьников к концу учебного дня: обучение на фоне расписания занятий, не учитывающих функциональные возможности учащихся увеличивает распространенность явного и выраженного утомления.

Для интерпретации полученных данных использовали «Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой» («Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров. М., 2009»), поскольку длительное, непрерывное воздействие школьных факторов на растущий организм в течение многих лет можно расценивать аналогично профессиональному.

Этиологическая составляющая (EF), отражающая долю тех случаев, которые могли бы быть предотвращены при отсутствии фактора риска, в нашем случае – нерационального дневного расписания занятий – составляет 53,3%, что отражает высокую степень связи неблагоприятных изменений функционального со-

стояния организма (ФСО) обучающихся, вызванных данным фактором организации обучения. В соответствии с методическими рекомендациями по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров (2009), этиологическую составляющую фактора, отражающего несоответствие недельной динамики умственной работоспособности «кривой трудности» учебных предметов (30,7%), оценили как среднюю степень связи функционального состояния организма учащихся с нерациональным построением учебного расписания.

Таким образом, учет трудности школьных предметов при составлении учебного расписания позволит значительно снизить риск развития переутомления учащихся.

#### **5.4. Взаимосвязь показателей функционального состояния организма учащихся и организации учебного процесса с использованием электронных средств обучения**

Основной структурной единицей организации обучения является урок, встроенный в систему учебного расписания. Структуру и организацию школьного урока и расписания рассматривают как факторы, вносящие значительный вклад в изменение умственной работоспособности, динамики ФСО организма школьников, степень накопления утомления.

Для профилактики возникновения выраженного утомления школьника в условиях цифровой среды необходимо искать пути управления этими факторами учебного процесса.

С целью прогнозирования распространенности выраженного утомления среди школьников в динамике учебного дня необходимо выявление взаимосвязи частоты возникновения случаев значительного падения продуктивности УР учащихся (выраженное утомление) с показателями организации урока и учебного расписания.

Построение и анализ математической модели указанной взаимосвязи позволили предсказать отклик (в нашем случае – крайнюю степень утомления школьника) в зависимости от изменчивости показателей организации урока (плотность

урока, продолжительность использования ЭСО на уроке) и гигиенической рациональности учебного расписания.

Для изучения изменений показателей умственной работоспособности 307 школьников 5–9 классов в процессе обучения в условиях цифровой среды в зависимости от изменчивости показателей организации школьного урока и расписания применили метод множественного регрессионного анализа. С использованием метода хронометражных наблюдений за учебной деятельностью учащихся провели гигиеническую оценку 125 уроков. Гигиеническая рациональность 30 вариантов школьного расписания изучаемых классов оценивалась с использованием шкалы трудности учебных предметов. Оценка показателей функционального состояния организма учащихся проводилась по методике изучения умственной работоспособности с использованием корректурных проб.

Для характеристики утомительности учебного процесса использовали 9 показателей: плотность урока (время, затрачиваемое непосредственно на учебную работу), количество смен различных видов учебной деятельности (письмо, чтение, слушание), время использования ЭСО на уроке (суммарное – для ИД; непрерывное – для ПК и НБ); наличие эмоциональных разрядок (ЭР) и физкультминуток (ФМ) на уроке; соответствие физиологической «кривой» УР школьников динамике трудности учебных предметов в течение учебного дня (гигиеническая рациональность дневного расписания).

Из показателей, характеризующих утомительное влияние учебных занятий на функциональное состояние организма учащихся, использовали неблагоприятные индивидуальные сдвиги показателей УР от начала к концу урока, отражающие явное и выраженное утомление школьников. Выбор показателя УР обусловлен тем, что он рассматривается как интегральный показатель функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). Ежедневное утомление учащихся, приводящее к напряжению ЦНС, тесно связанной с другими системами организма, является фактором риска нарушений в их функционировании и развития заболеваний, в первую очередь, школьно-обусловленных.

Для анализа использовали программу IBM SPSS Statistics (version 19). С помощью корреляционного анализа из перечня показателей, характеризующих урок и учебное расписание, были выбраны независимые переменные средне- и сильно коррелирующие с зависимой переменной (показателем выраженного утомления школьников) ( $r = 0,501-0,713$ ), в то же время, умеренно и слабо коррелирующие друг с другом ( $r = 0,297-0,311$ ): плотность урока, суммарное время использования ЭСО на уроке и рациональность дневного учебного расписания (Таблица 5.13).

**Таблица 5.13** – Оценка степени связи показателей организации урока, учебного расписания и умственной работоспособности учащихся с помощью коэффициента ранговой корреляции ( $r$ ) (по Кендаллу)

Показатели	Плотность урока	Время использования ЭСО	Наличие ФМ	Гиг. рациональность дневного расписания	Наличие ЭР	Неблагоприятные сдвиги показателей УР	Число смен видов учебной деятельности
Плотность урока	1,000	0,297	0,245	0,311	-0,162	0,519	0,211
Время использования ЭСО	0,297	1,000	0,294	0,182	0,290	0,713	0,495
Наличие ФМ	0,245	0,294	1,000	0,097	-0,238	0,221	0,101
Гиг. рациональность дневного расписания	0,311	0,182	0,097	1,000	-0,091	0,501	0,006
Наличие ЭР	-0,162	0,290	-0,238	-0,091	1,000	-0,069	0,010
Неблагоприятные сдвиги УР	<b>0,519</b>	<b>0,713</b>	0,221	<b>0,501</b>	-0,069	1,000	0,423
Число смен видов учебной деятельности	0,211	0,495	0,101	0,006	0,010	0,423	1,000

В результате, для построения уравнения множественной регрессии были выбраны следующие переменные: зависимая – утомление школьников к концу учебного дня (на основании сдвигов работоспособности) и независимые – плотность урока, время использования ЭСО на уроке (суммарное время – для ИД; непрерывное – для ПК и НБ) и гигиеническая рациональность построения дневного учебного расписания, отражающая соответствие динамики трудности учебных предметов в течение учебного дня, физиологической «кривой» УР школьников.

Показатель «плотность урока» – имел градации 60–84%, 85–90% и более 90%, а показатель «суммарное время использования ЭСО на уроке»: до 20 минут, 20–30 минут и более 30–35 минут. Показатель, характеризующий рациональность дневного школьного расписания, основанный на учете трудности учебных пред-

метов, отражал соблюдение, частичное соблюдение и несоблюдение гигиенических рекомендаций. Показатель, характеризующий утомление учащихся, представлен следующими градациями: отсутствие признаков явного и выраженного утомления (начальное утомление), явное и выраженное утомление.

Градации имели балльное кодирование. Выбранные переменные характеризовались распределением, близким к нормальному; имели порядковые категории и поэтому были преобразованы в искусственные переменные, где одна из категорий (референтная группа) была удалена.

Такой шаг необходим для предотвращения сильной корреляционной связи между независимыми переменными, характеризующими урок, при построении уравнения регрессии. Референтной для каждой переменной была выбрана «промежуточная» категория, так как сравнение с медианными группами наиболее целесообразно.

Применили прямой пошаговый метод, позволяющий подобрать наиболее оптимальную комбинацию независимых переменных. В Таблицах 5.14–5.16 представлены общие характеристики уравнения, его дисперсионный анализ и коэффициенты регрессии. Так, выявлена значимость набора искусственных переменных, используемых при построении уравнения. Показатель статистики Дарбина – Уотсона (1,63), показывает, что уравнение с большой вероятностью отражает реальную взаимосвязь изучаемых показателей.

**Таблица 5.14** – Общие характеристики уравнения (анализ качества уравнения)

Модель	Коэф. корреляции R	Коэф. детерминации	Скорректированный коэф. детерминации	Стандартная ошибка оценки	Оценка значимости набора искусственных переменных		Статистика Дарбина – Уотсона
					Инкрементальный F-тест	Значимость (p)	
*	0,74	0,54	0,53	0,34	9,28	0,00	1,63

*Примечание* – \* – предикторы: (константа), время использования ЭСО на уроке, рациональность построения дневного расписания, плотность урока; зависимая переменная: явное и выраженное утомление школьников.

**Таблица 5.15** – Дисперсионный анализ уравнения (оценка значимости уравнения)

Модель*	Сумма квадратов	Средний квадрат	F-критерий Фишера	Значимость (p)
Регрессия	20,322	6,26	55,72	0,000
Необъяснённая часть (остатки)	12,174	0,11		
Общая	32,496			

Примечание – \* – предикторы: (константа), время использования ЭСО на уроке, рациональность построения дневного расписания, плотность урока

**Таблица 5.16** – Коэффициенты регрессии, используемые для построения уравнения

Модель*	Нестандартизированные коэффициенты		Стандартизированные коэффициенты	T	Значимость (p)
	B	Станд. ошибка	Beta		
Константа	-0,138	0,065		2,100	0,037
ЭСО	0,415	0,065	0,399	9,220	0,000
Расписание	0,440	0,074	0,373	5,050	0,000
Плотность урока	0,202	0,06	0,200	2,003	0,047

Примечание – \* – предикторы: (константа), время использования ЭСО на уроке, рациональность построения дневного расписания, плотность урока.

В уравнение включили переменные с  $p < 0,05$  ( $T > 2,0$ ).

Получили, что количество неблагоприятных сдвигов УР в течение учебного дня, характеризующих выраженное утомление школьников (зависимая переменная), связано с плотностью урока, продолжительностью использования ЭСО на уроке и с гигиенической рациональностью дневного учебного расписания (независимые переменные) уравнением (5.1).

$$Y = -0,138 + 0,202 \times П_{д} + 0,415 \times ЭСО + 0,44 \times P_{асп} \pm 0,3, \quad (5.1)$$

где Y – количество неблагоприятных сдвигов УР у школьников в течение учебного дня;

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

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

$P_{асп}$  – степень гигиенической рациональности дневного учебного расписания;

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

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

Полученная регрессионная модель означает, что при организации урока в 5–9-х классах:

– увеличение плотности урока выше 90% способствует увеличению числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,202 единицы;

– увеличение времени использования ЭСО сверх установленных нормативов обуславливает увеличение доли неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,415 единиц;

– гигиенически нерационально (без учета трудности учебных предметов) составленное дневное расписание способствует повышению числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,440 единиц.

Построенная математическая модель объясняет более половины (54%) изменчивости зависимой переменной (число неблагоприятных сдвигов УР школьников в динамике обучения) – от изменений независимых переменных (показателей урока и учебного расписания), являясь статистически значимой по критерию Фишера ( $p < 0,05$ ).

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

### **Резюме**

Важнейшей составляющей системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения является гигиеническая оценка и оптимизация организации обучения в школе.

В условиях цифровой среды подтверждена многокомпонентность понятия утомительность урока, включающего в себя трудность учебного предмета (сложность, объем, новизна и т.д.); состояние организма ребенка (возрастно-половые и

индивидуальные особенности личности, способности и наклонности, эмоциональный настрой); условия обучения. По результатам медико-социологического исследования школьников 1–9-х классов определена трудность современных учебных предметов, являющаяся основой составления учебного расписания. Разработана ранговая шкала трудности учебных предметов и электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания.

Применение нового методического приема оценки расписания уроков позволила значительно снизить ее трудоемкость. Проведенный анализ гигиенической рациональности учебного расписания в условиях школьной цифровой среды показал, что значительная часть учащихся обучается на фоне несоответствия распределения дневной и недельной учебной нагрузки физиологической динамике УР.

Установлена значимая связь между нерационально (с гигиенических позиций) составленным расписанием и показателями утомления школьников к концу учебного дня: обучение на фоне расписания занятий, не учитывающих функциональные возможности учащихся увеличивает распространенность явного и выраженного утомления.

С помощью множественного регрессионного анализа разработана математическая модель взаимосвязи показателей выраженного утомления обучающихся в течение учебного дня в зависимости от факторов урока и школьного расписания.



## **Глава 6. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ**

В условиях активного использования электронных средств обучения в современной школе повышается риск ухудшения здоровья учащихся, что обуславливает необходимость научного обоснования, обеспечения методического сопровождения по разработке и реализации мер комплексной профилактики функциональных нарушений и хронических неинфекционных заболеваний у детей и подростков.

### **6.1. Обоснование гигиенических принципов организации учебного процесса в условиях цифровой образовательной среды**

Комплексный анализ динамики функционального состояния организма обучающихся в процессе учебных занятий позволил сформулировать гигиенические принципы организации обучения в условиях влияния комплекса факторов цифровой образовательной среды.

За основу были взяты принципы гигиенического нормирования факторов окружающей среды [Кошелев Н. Ф., 1978]. Интегрируя полученные в работе результаты и имеющиеся научные данные, каждый из принципов нормирования был наполнен конкретным содержанием, применительно к факторам, влияющим на учащихся в условиях обучения в цифровой образовательной среде.

1. Принцип социально-биологической сбалансированности – приоритет сохранения оптимального функционального состояния организма учащихся над педагогическими «выгодами». Предполагает такую организацию обучения в условиях цифровой среды, когда максимально используется положительное влияние применения ЭСО на учебную деятельность, мотивацию ребенка на уроке, и ограничивается их неблагоприятное влияние на функциональное состояние организма учащихся, что гарантирует снижение риска развития переутомления и, в конечном счете, способствует сохранению здоровья.

2. Принцип комплексности включает в себя несколько аспектов:

а) учет сочетанного (комплексного) воздействия факторов цифровой среды: влияние использования электронных средств обучения и показателей организации учебного процесса (организация урока, рациональность построения расписания). Так, высокая плотность урока (выше 80% для начальной школы и выше 90% – для средней) способствует ухудшению ФСО школьников, по сравнению с уроками, на которых учебная плотность не превышает указанные значения, даже при соблюдении рекомендуемых регламентов использования ЭСО на уроке;

б) предпочтение использования на уроке одного вида ЭСО перед одновременным использованием двух видов электронных средств; исключение одновременного использования более двух видов ЭСО на одном уроке;

в) учет суммарного времени воздействия электронных средств на функциональное состояние организма учащихся за учебный день.

г) реализация комплекса взаимосвязанных мероприятий, обеспечивающих снижение утомительного влияния обучения: соблюдение регламентов использования ЭСО в процессе обучения, интенсификации учебной деятельности; составление рациональных дневных и недельных учебных расписаний; соблюдение гигиенических требований к школьно-средовым факторам (расположению ЭСО в классе, на рабочем месте, к условиям зрительной работы; качеству воздушной среды и микроклимату в учебных помещениях).

3. Принцип дифференцированности – использование электронных средств обучения с учетом возрастных функциональных возможностей детей (продолжительность использования, выбор электронного средства). Так, в работе обоснована нецелесообразность использования ноутбука в начальной школе без дополнительной клавиатуры.

4. Принцип динамичности – необходимость своевременного пересмотра регламентов применения ЭСО, обусловленная обновлением арсенала электронных средств обучения. Появление новых учебных дисциплин, обновление школьных программ, появление интегрированных учебных предметов и т.п., обуславливают необходимость периодического пересмотра шкал трудности учебных предметов.

5. Принцип гарантийности – подразумевает, что гигиенически оптимальная организация образовательного пространства и построение учебного процесса (с учетом выше обоснованных гигиенических принципов) будут способствовать (гарантировать) поддержанию высокого уровня умственной работоспособности, профилактике выраженного утомления в процессе обучения и, в конечном счете, профилактике возникновения школьно-обусловленных заболеваний учащихся.

## **6.2. Технология обеспечения безопасных условий обучения школьников в цифровой образовательной среде**

Комплексный анализ динамики функционального состояния организма школьников в связи с организацией их учебной деятельности позволил представить технологию обеспечения безопасных условий обучения школьников в цифровой образовательной среде (совокупность научно обоснованных методов и инструментов: режим, последовательность действий).

Научной основой предлагаемой технологии являются разработанные автором гигиенические принципы организации учебного процесса в условиях цифровой образовательной среды (глава 6.1.).

Гигиеническая оптимизация процесса обучения в условиях цифровой образовательной среды включает в себя следующие этапы (Рисунок 6.1):

1. Обеспечение комплекса мер по соблюдению безопасных условий среды, где организован учебный процесс с использованием электронных средств обучения:

– наличие разрешительной документации для применения ЭСО в детских учреждениях;

– обеспечение благоприятных условий для зрительной работы при использовании ЭСО; оптимальных показателей микроклимата в учебном помещении, электромагнитных полей;

– соблюдение гигиенических рекомендаций, обеспечивающих удобочитаемость информации на экране ЭСО (размер шрифта, цветовое решение, яркость и т. д.);

– обеспечение физиологически оптимальной осанки учащихся при работе с ЭСО.

2. Соблюдение гигиенически обоснованных регламентов непрерывной и суммарной продолжительности использования ЭСО в учебном процессе.



**Рисунок 6.1** – Технология обеспечения безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде

Безопасная суммарная продолжительность использования интерактивной доски на уроке в 1-2-х классах не должна превышать 25 минут; в 3-4-м классе и старше – не более 30 минут. Общая продолжительности ее применения в течение учебного дня для 1-2-х классов – не более 1 часа 20 минут; для 3-4-х классов – 1 часа 30 минут, для средней школы – не более 2 часов.

Непрерывная длительность занятий за ПК с ЖК-дисплеем на уроке для учащихся 1-2-х классов – не должна превышать 20 минут; для учащихся 3-4-х классов – более 25 минут; для учащихся 5-6-х классов – более 30 мин; для учащихся 7–9-х классов – более 35 минут.

Обоснованные гигиенические регламенты по использованию интерактивных досок и ПК с ЖК-дисплеем на уроке нашли свое отражение в СанПиН

2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях» (Изменение № 3 от 24.11.15).

Непрерывная продолжительность использования ноутбука на уроках в 1-2-х классах – не более 20 мин., в 3-4-х классах – не более 25 минут. Для профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата и зрительного анализатора целесообразно использовать выносную (дополнительную клавиатуру).

Использование двух видов ЭСО менее предпочтительно при организации урока в начальной школе, чем применение одного вида электронных средств обучения. Не рекомендуется одновременное использование на одном уроке более двух видов ЭСО. Продолжительность (непрерывная и суммарная) применения каждого из двух видов ЭСО должна быть уменьшена относительно регламентов, обоснованных для применения одного вида ЭСО на уроке.

### 3. Гигиенически рациональная организация уроков.

Она предполагает следующее:

– плотность урока – не более 80% (для начальной школы), не более 90% (для средней школы); количество смен видов учебной деятельности для 1–9-х классов – не более 7 (при непрерывной продолжительности каждого вида учебной деятельности – не более 7–10 минут);

– организация профилактических мероприятий: офтальмотренажа и физкультминуток, содержащих упражнения для снятия общего утомления;

– мониторинг организации учебной деятельности с помощью разработанного метода «Гигиенической оценки урока в общеобразовательном учреждении в условиях цифровой образовательной среды». Его использование позволит оперативно выявить риски возникновения переутомления учащихся и необходимость гигиенической оптимизации организации урока.

### 4. Оптимизация расписания уроков.

Использование шкал трудности учебных предметов для составления школьного расписания, обоснованных в работе, снизит риск утомительного воздействия цифровой образовательной среды.

Применение алгоритма гигиенической оценки расписания (с электронной версией) позволит выявить необходимость оптимизации построения учебного расписания и снизит риск возникновения переутомления школьников (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2017621265 от 1.11.2017 «Электронный методический комплекс для гигиенической оценки школьного расписания).

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

Внедрены:

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

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

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

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отличительной особенностью современного школьного обучения является широкомасштабное использование цифровых средств обучения, что закреплено в Законе РФ «Об образовании в РФ», Федеральных государственных образовательных стандартах общего образования (2010).

С каждым днем возрастает охват школ и степень их вовлеченности в различные проекты, в том числе государственные, определяющие развитие общего образования в тесной связи с применением цифровых технологий обучения (Российская электронная школа, «Московская электронная школа» и т. п.). В 2018 году правительством РФ принято решение о запуске нового приоритетного проекта «Цифровая школа».

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

Такое массовое применение цифровых технологий в обучении детей способствует формированию, так называемой, цифровой среды, которая характеризуется наряду с насыщением образовательного процесса цифровым оборудованием созданием единого открытого информационно-образовательного пространства школы и свободного доступа к образовательным ресурсам.

Вместе с тем, новая цифровая образовательная среда характеризуется целым комплексом факторов, обладающих потенциально негативным эффектом воздействия на развитие и здоровье детей [Кучма В. Р., 2016; Степанов С. Ю., Рябова И. В., Соболевская Т. А. с соавт., 2017; Левинский Х. Х., Грекова Н. А., Арбузов И. В., Полянская Ю. Н., 2017; и др.].

В современных условиях возникает потенциальная опасность для здоровья школьников: массовое использование электронных средств обучения на уроках, изменение организации учебного процесса, характеризующееся интенсификацией деятельности на уроке, вызывают информационную и зрительную перегрузку, по-

вышают риск развития переутомления учащихся, возникновения школьно-обусловленных заболеваний.

Учитывая, что показатели здоровья современных школьников, проводящих в условиях образовательных организациях не менее трети суток, имеют отчетливые негативные тенденции, вопросы оценки влияния использования ЭСО на функциональное состояние и формирование здоровья детей и подростков в условиях цифровой среды и регламентация использования этих средств, приобретают особую актуальность. Интеграция в учебный процесс различных электронных средств обучения, изменения характера учебной деятельности и содержания школьных предметов, появление новых учебных дисциплин в сочетании с неблагоприятными показателями здоровья школьников требуют нового осмысления проблемы гигиенической оптимизации обучения в условиях цифровой образовательной среды.

Вышеизложенное обусловило цель нашего исследования: обоснование системы гигиенических принципов организации обучения школьников в условиях цифровой образовательной среды, способствующих обеспечению и сохранению устойчивого уровня и благоприятной динамики их функционального состояния, умственной работоспособности

Представленное комплексное исследование, проведенное в соответствии с поставленной целью и вытекающими из нее задачами, включало следующие основные направления: изучение влияния использования электронных средств обучения (интерактивной доски проекционного типа, ноутбука, ПК с ЖК-монитором) на функциональное состояние организма школьников и обоснование регламентов безопасного использования ЭСО; анализ факторов организации учебного процесса; изучение утомительности школьных уроков в условиях цифровой среды (обоснование шкалы трудности учебных предметов для рационального построения школьного расписания и разработка алгоритма его гигиенической оценки). Изучили взаимосвязь показателей функционального состояния организма школьников с показателями организации урока и с рациональностью школьного расписания.



По итогам исследования по трем направлениям сформулированы гигиенические принципы организации учебного процесса и представлена технология обеспечения безопасных для здоровья условий обучения школьников в цифровой образовательной среде.

Применялся комплекс гигиенических, физиологических, социологических, а также статистических методов исследования.

В рамках общего исследования проведены нерандомизированные контролируемые исследования.

В ходе исследования были получены следующие результаты.

В рамках первого направления исследования: в условиях школьной цифровой среды были изучены параметры функционального состояния организма 2552 учащихся 1–9-х классов, обоснованы гигиенические регламенты безопасного использования основных электронных средств обучения (интерактивной доски, компьютера с жидкокристаллическим монитором, ноутбука), которые наиболее распространены в учебном процессе школьников. Умственную работоспособность, на изучении которой базировались исследования, рассматривали как интегральный показатель функционального состояния организма детей, имеющий определяющее значение для учебной деятельности [Баевский Р. М., 1979; Пратуевич Ю. М. 1985; Громбах С. М., 1985, 1988; и др.]. Изучали показатели, характеризующие умственное, зрительное утомление организма школьников, а также их психофизиологическое и эмоциональное состояние в процессе обучения. Для изучения продолжительности различных видов учебной деятельности на уроке использовали метод хронометражных наблюдений. Методом анкетирования было изучено влияния учебных занятий с использованием интерактивной доски на самочувствие пользователей – учащихся и педагогов

В условиях естественного гигиенического эксперимента установлено, что применение в учебном процессе электронного средства обучения (ЭСО) группового использования – интерактивной доски проекционного типа, эмоционально активизирует деятельность центральной нервной системы школьников, повышая умственную работоспособность и учебную мотивацию. Это подтверждается дан-

ными анкетирования педагогов и учащихся, согласно которым использование интерактивной доски в учебном процессе расширяет дидактические возможности обучения детей и способствует повышению уровня учебной мотивации учащихся. Большинство школьников ответило, что с применением ИД урок становится более интересным, понятным, наглядным.

В динамике занятий с применением ИД в начальной школе выявлено благоприятное воздействие уроков на ФСО организма учащихся. Распространенность в учебном коллективе изменений УР, отражающих явное и выраженное утомление, была больше после уроков без использования ИД (36,3%), чем при использовании ИД (20,4%). У учащихся средних классов показатели УР, КЧСМ на уроках с применением ИД в динамике учебного дня значимо не менялись, выявлена невысокая распространенность в коллективе случаев явного и выраженного утомления (26,4%), что говорит об отсутствии напряжения функционального состояния ЦНС. В отличие от традиционной организации занятия физиологическая стоимость урока при использовании ИД была ниже, что обусловлено активизирующим ее влиянием на ЦНС, повышением учебной мотивации и работоспособности учащихся. Полученные данные согласуются с результатами научных исследований по оценке влияния технических средств обучения «первого поколения» (диапроекторов, магнитофонов, телевизоров и др.) на ФСО учащихся [Самотолкина Н. Г., 1970; Глушкова Е. К., 1983; и др.].

Являясь фактором, оптимизирующим учебный процесс, интерактивная доска при не регламентированном ее использовании может служить фактором интенсификации учебной деятельности, повышающий риск развития переутомления школьников, что обуславливает появление и ряда жалоб на самочувствие учащихся и педагогов в процессе применения ИД. Более половины (55,0±2,8%) опрошенных педагогов указали, что использование ИД вызывает у них более выраженное (по сравнению с обычными уроками) снижение зрительной и умственной работоспособности, 18,3±2,7% респондентов отмечали симптомы зрительного утомления у своих воспитанников. При этом часть респондентов жаловалась на усталость глаз (9,5±2,1%), усталость спины, шеи (5,7±1,6%), является яркий свет от

доски или проектора ( $12,2 \pm 2,3\%$ ), высокое расположение доски и необходимость запрокидывать голову ( $17,0 \pm 2,7\%$ ).

Ускорение темпа работы, увеличение объема предъявляемой школьнику информации, повышающего нагрузку на его нервную систему и вероятность выраженного утомления, обуславливает необходимость гигиенической регламентации применения интерактивной доски на уроке.

При сравнении показателей ФСО учащихся после уроков с использованием ИД с таковыми после традиционных уроков мы получили более благоприятные реакции организма учащихся в ответ на учебную деятельность, подкрепленную применением ИД.

Учитывая групповой характер использования ИД, в условиях естественного гигиенического эксперимента регламентация непрерывной продолжительности работы с ИД крайне затруднительна. Опираясь на существующие в гигиене детей и подростков представления о регламентах непрерывности любого вида учебной деятельности, продолжительность которой не должна превышать 5–7 минут для начальной школы и 10 минут – для средней школы, были выполнены исследования по оценке суммарной длительности использования ИД на учебном занятии.

В ходе этих исследований было установлено, что функциональное состояние зрительного анализатора существенно изменялось у школьников 1-2-х классов только после уроков с суммарной продолжительностью использования ИД 30 мин: значительно ухудшались показатели, отражающие зрительную работоспособность (КЧСМ ( $P < 0,05$ ), объем аккомодации ( $P < 0,01$ )), случаи явного и выраженного утомления превышали популяционный уровень (35%). После уроков с меньшей продолжительностью применения интерактивной доски (15–25 мин), ухудшения ФСО учащихся не отмечалось.

Анализ влияния уроков с различной длительностью использования ИД на функциональное состояние организма учащихся 3-4-х классов выявил снижение функциональных возможностей после занятий, где интерактивная доска применялась свыше 30 минут. После таких уроков качественные и количественные показатели выполнения корректурных заданий, по сравнению с уроками с меньшей

продолжительностью использования ИД, были значимо хуже: уменьшалось число просмотренных знаков в тестах ( $p < 0,05$ ), увеличивалось количество ошибок с 5,73–6,6 до 7,49 ( $p < 0,01$ ), снижался коэффициент «П»; 43,5% детей заканчивали урок с признаками явного и выраженного утомления; ухудшались показатели КЧСМ ( $p < 0,05$ ).

В течение учебного дня ИД как в 1-2-х классах, так и в 3-4-х классах, как правило, использовалась не более чем на трех уроках. Дневные динамики показателей ФСО учащихся при использовании ИД в большинстве случаев свидетельствуют об отсутствии отличий (а по коэффициенту «П» и доле сдвигов УР с явным и выраженным утомлением – имеют лучшие значения) по сравнению с аналогичными показателями в те дни, когда ИД на уроках не использовалась. Учитывая вышеизложенное, безопасная длительность применения ИД за весь учебный день составляет: в 1-2-х классах – не более 1 часа 20 минут; в 3-4-х классах – 1 часа 30 минут.

Показатели УР на уроках с применением ИД у учащихся средних классов практически не изменялись от начала к концу учебного дня. При использовании ИД более двух часов в течение учебного дня получены однонаправленные изменения сложной сенсомоторной реакции на движущийся объект (РДО), выражающиеся в снижении скорости и точности реагирования и ухудшении сбалансированности нервных процессов: от начала к концу занятий статистически значимо уменьшалась доля школьников с уравновешенным состоянием нервных процессов с  $43,0\% \pm 13,2$  до 0 ( $p < 0,01$ ); увеличивалось количество учащихся с преобладанием процессов возбуждения с  $22,0 \pm 9,8\%$  до  $67,0 \pm 6,90\%$  ( $p < 0,001$ ) и с преобладанием силы торможения – с  $36,0 \pm 11,3\%$  до  $71,0 \pm 10,6\%$  ( $p < 0,05$ ). Это свидетельствует как об активизирующем, возбуждающем, так и утомительном влиянии учебных занятий с интерактивной доской на функциональное состояние центральной нервной системы организма ребенка. Учитывая тот факт, что в течение учебного дня ИД использовали не более чем на 4 уроках, можно заключить, что, в этом случае среднее за урок суммарное время применения электронной доски составило 30 минут.

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

Электронными средствами индивидуального обучения являются персональные компьютеры, ноутбуки.

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

Изучение показателей умственной работоспособности учащихся 1-2-х классов на уроках с использованием ПК в течение 15–20 минут выявило некоторое ее ухудшение, что обусловлено значительной интенсификацией учебной работы (92,0%) и высокой частотой смен видов учебной деятельности (больше 7), вместе с тем интегральный коэффициент работоспособности находился на уровне, превышающем характерный для школьной популяции (1,7 усл. ед. и 1,3 усл. ед.). При непрерывном использовании ПК более 20 минут (при относительно оптимальной плотности урока 79,0–80,0% и оптимальном количестве смен видов учебной деятельности – 6) ухудшение показателей умственной работоспособности ( $P < 0,05$ ) связали с тем, что такая непрерывная продолжительность работы за ПК превышает функциональные возможности детей этого возраста.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что степень утомительности уроков с использованием ЭСО в значительной степени зависит не только от длительности занятий, но и от организации урока, прежде всего, от степени интенсификации учебной деятельности.

У учащихся 3-4-х классов непрерывные занятия за ПК более 25 минут приводили к снижению умственной работоспособности, к существенному снижению величины КЧСМ: с 35,8 Гц до 33,0 Гц ( $p < 0,01$ ), уменьшению показателя объема аккомодации.

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

Результаты исследования показателей ФСО у подростков 7–9-х классов показали, что уроки, на которых ПК непрерывно использовался не более 30 минут, не вызвали значимых изменений в показателях УР, КЧСМ и ОА учащихся. Однако увеличение продолжительности работы за ПК свыше 35 минут приводило к существенному снижению значений КЧСМ после уроков по сравнению с таковыми до уроков (34,7 Гц против 37,1 Гц;  $p < 0,01$ ). После аналогичных уроков, но без использования ПК, значения КЧСМ у подростков существенно не изменялись по сравнению с началом урока.

Таким образом, проведенные исследования позволили обосновать регламенты безопасной работы за ПК с ЖК-монитором для учащихся разного возраста.

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

Обоснованные гигиенические регламенты по использованию интерактивных досок и ПК с ЖК-монитором на уроке нашли свое отражение в СанПиН

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

Реализация требований Федеральных государственных образовательных стандартов, предполагающих «активное использование средств информационно-коммуникационных технологий», в ряде образовательных учреждений затруднена из-за недостаточности кабинетов информатики, мебель в которых предусмотрена в основном для учащихся средней и старшей школы. Использование ноутбуков не требует специальных помещений и может осуществляться в закреплённом за классом учебном помещении, где мебель подобрана в соответствии с длиной тела учащихся начальной школы. Вместе с тем конструктивные особенности ноутбуков (НБ) создают определенные трудности для поддержания оптимальной рабочей позы: монитор и клавиатура жестко скреплены между собой.

Сравнительный анализ показателей УР показал, что наиболее высокие показатели УР учащихся 1-2-х классов регистрировались при работе за НБ продолжительностью 15 мин. и 20 мин. При увеличении времени работы с НБ до 25 минут и более уровень УР достоверно снижался (128,9 знаков против 138,5;  $P < 0,05$  и 9,74 ошибок против 8,06;  $P < 0,01$ ); величина КЧСМ была значимо ниже, чем при меньшей продолжительности занятий с НБ ( $p < 0,05$ ).

У учащихся 3-4-х классов непрерывные занятия с НБ до 25 мин. не вызывали изменения уровня УР. Увеличение длительности работы с НБ до 30 минут и более приводило к снижению функциональных возможностей: интегральный показатель УР снижался до с 1,16 до 0,54–0,75 усл. ед., значимо снижался показатель КЧСМ ( $p < 0,05$ ). Значительный процент детей, заканчивающих уроки с признаками сильного и выраженного утомления (42,0%), объяснили, как и в случае с учащимися

1-2-х классов, повышенной интенсификацией учебного труда (88,7–89,5%), что и вызывало снижение сопротивляемости развитию утомления. Причем по влиянию на ФСО учащихся уроки с длительностью применения НБ не более 25 минут были аналогичны традиционным урокам (без использования НБ). На уроках с более

длительным использованием НБ (25 минут и более) интенсивность учебной деятельности была в пределах ее оптимальных величин (65,0–65,2%), однако это не способствовало снижению утомления учащихся: более половины учащихся заканчивали уроки с признаками переутомления, что уже обусловлено такой длительностью этой деятельности, которая превышает функциональные возможности детей этой возрастной группы. Учитывая конструктивные особенности НБ была проведена серия исследований для отслеживания изменений позы школьников при работе за ноутбуком. Использование метода фотохронометража положения тела (в т. ч. расстояния от глаз до поверхности монитора) через определенные фиксированные промежутки времени позволило установить, что лишь у 30% учащихся

2–4-х классов изначально расстояние от глаз до экрана (зрительная дистанция) соответствовало оптимальному – не менее 50 см. В процессе работы зрительная дистанция постепенно сокращалась на 5–10 см: после 10 минут работы с НБ лишь 13,4% обследуемых школьников сохранили оптимальную зрительную дистанцию.

Таким образом, большинство школьников не соблюдают физиологически оптимальную рабочую позу при работе с НБ, что может быть фактором риска нарушения зрения и костно-мышечной системы.

Использование ноутбуков для занятий учащихся младших классов не обеспечивает возможность соблюдения благоприятной рабочей позы. Для профилактики этих нарушений целесообразно использовать выносную (дополнительную) клавиатуру. При соблюдении оптимальной величины плотности урока – 60–80% можно рекомендовать непрерывную продолжительность использования НБ на уроках в 1-2-х классах – не более 20 мин., в 3-4-х классах – не более 25 минут при соблюдении в классе светового режима и микроклимата, рекомендуемого санитарным законодательством.

Современная практика школьного обучения нередко предполагает одновременное применение нескольких электронных средств обучения на уроке, что, как показали наши исследования, существенно увеличивает объем предъявляемой школьнику информации, повышает интенсивность учебной деятельности. Уроки с



использованием двух видов ЭСО (ИД и ноутбука) оказались более утомительны для младших школьников, чем уроки с использованием одного вида ЭСО или уроки без их использования, о чем свидетельствует динамика показателей УР. Так, учащиеся значимо меньше просматривали знаков ( $p < 0,01$ ), делая при этом больше ошибок: 8,96 против 6,7 и 6,02 ( $p < 0,01$ ).

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

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

Изменения функционального состояния организма учащихся на уроках с использованием электронными средствами обучения обусловлены не только продолжительностью их использования, но и организацией этих уроков: интенсификацией учебной работы, числом смен видов учебной деятельности, наличием комплекса физических упражнений для снятия общего утомления и офтальмотренажа. Следует подчеркнуть, что изучение и обоснование гигиенических показателей организации урока, ставших основой для санитарного законодательства, было проведено прежде всего для начальной школы [Агарков В. И., 1987].

В отличие от традиционных уроков электронная образовательная среда мобилизует все основные каналы восприятия новой информации – визуальный, слуховой и моторный. Обучающий эффект современных уроков усилен звуковой иллюстрацией, музыкальным сопровождением, анимированными и звуковыми эффектами. При общей положительной оценке влияния современных уроков на раз-

витие когнитивных психофизиологических функций школьников сами педагоги отмечают увеличение информационной нагрузки, интенсивность смены видов деятельности учащихся.

Вторым направлением нашего исследования являлось обоснование гигиенически оптимальной структуры урока в новых условиях обучения, когда массово используются цифровые образовательные средства.

В рамках понятия доказательной медицины оценили силу связи между гигиеническими показателями организации уроков (факторы) и показателями УР школьников 5–9-х классов (исходы) на этих уроках. Установили, что значимый относительный риск (RR) увеличения распространенности явного и выраженного утомления у учащихся при организации урока с показателем плотности, превышающей 90%, составляет 3,34; при частоте смен видов учебной деятельности более 7 – риск составляет 2,5. Определены следующие физиологически обоснованные показатели гигиенически рациональной организации урока: плотность урока – не более 80% (для начальной школы), не более 90% (для средней школы); количество смен видов учебной деятельности – не более 7 (при непрерывной продолжительности каждого вида учебной деятельности – не более 7–10 минут).

Выполненные исследования подтвердили эффективность использования офтальмотренажа и физкультминуток, содержащих упражнения для снятия общего утомления на уроках с использованием ЭСО. Показатели работоспособности учащихся на уроках с наличием профилактического комплекса отличались большей устойчивостью. Коэффициент «П» у младших школьников к концу урока снижался незначительно, а после урока без двигательного-активного перерыва его величина снижалась почти в 4 раза (с 2,19 до 0,58 усл. ед) по сравнению с исходной. У учащихся среднего школьного возраста после уроков с проведением ПМ интегральный показатель умственной работоспособности даже несколько увеличивался (с 0,95 до 1,25 усл. ед), тогда как уроки без использования ПМ вызывали выраженное утомление более, чем у трети школьников (35,7%). При этом интегральный показатель работоспособности снижался у них (с 1,51 до 0,96 усл. ед). Соответственно снижению работоспособности после уроков без реализации про-

филактических мероприятий у учащихся и младших, и средних классов ухудшалось функциональное состояние ЦНС и зрительного анализатора: значительно уменьшалась величина КЧСМ.

Объективная информация о гигиенической рациональности организации учебного процесса на уроке очень важна для своевременной ее коррекции. Однако существующие методические подходы для гигиенической оценки трудоемкости. В связи с этим нами разработан метод гигиенической оценки урока в общеобразовательном учреждении в условиях цифровой среды, заключающийся в присвоении баллов учебному занятию по следующим позициям: интенсивность учебной работы (плотность урока), непрерывное и суммарное использование ЭСО, количество смен видов учебной деятельности; наличие офтальмотренажа и физкультминуток. Использование метода позволит выявить риски возникновения переутомления учащихся и необходимость гигиенической оптимизации организации урока. Апробация этого метода позволило определить «слабые» места в организации 310 уроков в условиях цифровой среды для дальнейшей ее коррекции и оптимизации с целью профилактики выраженного утомления учащихся.

Урок, встроенный в систему учебного расписания, является основной структурной единицей образовательного процесса.

Согласно существующим представлениям, в основу составления учебного расписания должна быть заложена степень утомительности школьных предметов, зависящая от различных факторов [Громбах С. М., 1978; Степанова М. И. 1984; Попова Н. М., Сапожникова Г. М., 1988; и др.] и учитывающая динамику работоспособности школьников в течение дня и недели. Реализация новых образовательных стандартов, внесших изменения в содержание учебных предметов, их утомительность, обусловила третье направление нашего исследования – выявление факторов, определяющих трудность современного урока в цифровой среде, для дальнейшей оптимизации подходов к оценке расписания.

Проведено медико-социологическое исследование с использованием специально разработанной анкеты. Для выявления степени взаимосвязи изучаемых с помощью анкетного опроса школьников 1–9-х классов характеристик утомитель-

ности современного урока был применен многомерный факторный анализ, с помощью которого подтверждена многокомпонентность понятия утомительность урока в условиях цифровой среды. Выделили 4 значимых фактора, формирующих утомительность урока и составляющих 80,6% общей дисперсии. Методом логической интерпретации объяснили полученные факторы: собственно трудность учебного предмета (сложность, объем, новизна, оцененные респондентами в баллах); состояние организма ребенка (возрастно-половые особенности, способности и склонности, эмоциональный настрой); условия обучения, характерные для определенного города, школы, класса.

Разработаны новые шкалы трудности учебных предметов и алгоритм гигиенической оценки расписания (с электронной версией), который позволит выявить необходимость оптимизации построения учебного расписания и риск возникновения переутомления школьников.

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

Для определения степени взаимосвязи нерационального с позиций трудности учебных предметов расписания и частоты возникновения неблагоприятных сдвигов умственной работоспособности с позиций доказательной медицины рассчитали величины относительного риска. Установили, что в этом случае значимый относительный риск увеличения распространенности явного и выраженного составляет 2,64. Обучение в условиях нерационального недельного расписания уроков повышает риск возникновения переутомления школьников более чем в 2 раза.

Для профилактики возникновения выраженного утомления школьников в условиях цифровой среды необходимо иметь возможность управления рядом факторов учебного процесса. Это обусловило потребность в выявлении взаимо-

связи частоты возникновения случаев значительного падения продуктивности УР учащихся с показателями организации урока и учебного расписания с целью прогнозирования распространенности выраженного утомления среди школьников в динамике учебного дня. С помощью множественного регрессионного анализа разработана математическая модель взаимосвязи показателей выраженного утомления учащихся, основных показателей урока (плотность, продолжительность использования ЭСО) и школьного расписания. Полученная регрессионная модель, объясняющая более половины (54%) изменчивости зависимой переменной, показала, что повышение плотности урока выше 90% сопровождается увеличением числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,202 единицы; использование ЭСО на уроке сверх установленных гигиенических регламентов обуславливает увеличение доли неблагоприятных сдвигов УР учащихся, отражающих выраженное утомление, на 0,415 единиц; гигиенически нерационально (без учета трудности учебных предметов) составленное дневное расписание способствует повышению числа неблагоприятных сдвигов УР, отражающих выраженное утомление, на 0,440 единиц.

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

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

- 1) социально-биологической сбалансированности;
- 2) комплексности;
- 3) дифференцированности;
- 4) динамичности;
- 5) гарантийности.

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

1) обеспечение комплекса мер по соблюдению безопасных условий среды в помещениях, где организован учебный процесс с использованием электронных средств обучения (нормативные показатели микроклимата, электромагнитных полей, благоприятные условия зрительной работы, физиологически оптимальной осанки школьников и т. п.);

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

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

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

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

Материалы работы нашли отражение в следующих документах:

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

– методические рекомендации «Гигиенические требования к организации занятий с использованием средств информационно-коммуникационных технологий: Гигиена детей и подростков». Сборник нормативно-методических докумен-

тов / под ред. член-корр. РАМН В. Р. Кучмы. М.: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН, 2013;

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

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

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

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

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

## **Выводы**

1. Обучение в условиях цифровой среды характеризуется неоднозначным (разнонаправленным) воздействием на функциональное состояние организма учащихся. Позитивное влияние использования ЭСО выражается в повышении уровня умственной работоспособности школьников (интегральный показатель на

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

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

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

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

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



УР регистрируются даже при соблюдении регламентов их непрерывного использования.

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

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

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

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

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

школьников составляет 2,64 и 2,13 (соответственно для дневного и недельного расписаний).

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

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

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

б) принцип *комплексности*:

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

– приоритет использования на уроках в начальных классах одного вида ЭСО;

– учет суммарного воздействия использования ЭСО на функциональное состояние организма учащихся за учебный день;

– проведение комплекса профилактических мероприятий, касающихся организации учебной работы, средовых и эргономических условий использования в учебном помещении;

в) принцип *дифференцированности* – использование ЭСО с учетом возрастных функциональных возможностей детей (продолжительность использования, выбор электронного средства);

г) принцип *динамичности* – обновление парка электронных средств обучения и содержания школьных дисциплин диктует необходимость своевременного пересмотра гигиенических регламентов их использования и шкал трудности учебных предметов.

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

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

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

## Практические рекомендации

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

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

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

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

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

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

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

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВУД – виды учебной деятельности

ДЭС – дискомфортные эмоциональные состояния

ИД – интерактивная доска

ИПР – интегральный показатель работоспособности

ЖК – жидкокристаллический монитор

КТ – качество теста

КЧСМ – критическая частота слияния световых мельканий

КУ – коэффициент утомляемости

НБ – ноутбук

ОА – объем аккомодации

ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция

ПК – персональный компьютер

ПМ – профилактические мероприятия

РДО – реакция на движущийся объект

ТСО – технические средства обучения

УР – умственная работоспособность

ФС – функциональное состояние

ФСО – функциональное состояние организма

ЦНС – центральная нервная система

ЭСО – электронные средства обучения

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Агарков, В. И. Гигиенические основы нормирования умственной нагрузки младших школьников : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / В. И. Агарков. – Ростов-на-Дону, 1987. – 40 с.
2. Александрова, И. Э. Гигиеническое обоснование организации учебного процесса гимназии : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Александрова Ирина Эрнстовна. – Н. Новгород, 1998. – 23 с.
3. Алексеева, Е. А. Оценка качества и образа жизни псковских старшеклассников / Е. А. Алексеева // Материалы III Всероссийского конгресса по школьной и университетской медицине. – М., 2012. – С. 48–50.
4. Антропова, М. В. Возрастная динамика работоспособности / М. В. Антропова, Г. Г. Манке, Л. М. Кузнецова [и др.] // Физиология развития ребенка / под ред. М. М. Безруких, Д. А. Фарбер. – М., 2000. – С. 259–273.
5. Антропова, М. В. Режим дня, работоспособность и состояние здоровья школьников / М. В. Антропова. – М., 1974. – 136 с.
6. Апанасенко, Г. Л. О возможности количественной оценки уровня здоровья человека / Г. Л. Апанасенко // Гигиена и санитария. – 1985. – № 6. – С. 55–58.
7. Асмолов, А. Г. Стратегия социокультурной модернизации образования: на пути к преодолению кризиса идентичности и построению гражданского общества / А. Г. Асмолов // Вопросы образования. – 2008. – № 3.
8. Бабанский, Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса / Ю. К. Бабанский – М. : Просвещение, 1982. – 192 с.
9. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 236 с.
10. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 295 с.
11. Баранов, А. А. 100 лет советской системе охраны здоровья матери и ребенка: успехи, проблемы, уроки / А. А. Баранов, В. Ю. Альбицкий // Вопросы современной педиатрии. – 2018. – № 17 (1). – С. 11–15.
12. Баранов, А. А. Биологические особенности подросткового возраста / А. А. Баранов, Л. А. Щеплягина, Ю. А. Ямпольская [и др.]. // Проблемы подросткового возраста (избранные главы) / под ред. А. А. Баранова, Л. А. Щеплягиной. – М., 2003. – С. 5–53.
13. Баранов, А. А. Здоровье детей России: научные и организационные приоритеты / А. А. Баранов // Российский педиатрический журнал. – 1999. – №4. – С. 5–7.

14. Баранов, А. А. Медико-профилактические основы безопасности использования информационно-коммуникационных технологий в образовательных учреждениях / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева [и др.] // Вестник РАМН. – 2011. – № 6. – С. 18–21.

15. Баранов, А. А. Основные тенденции состояния здоровья детей в Российской Федерации. Пути решения проблем / А. А. Баранов, А. Г. Ильин // Вестник РАМН. – 2011. – № 6. – С. 12–18.

16. Баранов, А. А. Особенности состояния здоровья современных школьников / А. А. Баранов, Л. М. Сухарева // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. № 5. /Приложение 1/ Школа и здоровье. – С. 14–20.

17. Баранов, А. А. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических медицинских осмотрах (руководство для врачей) / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева. – М. : Издательский Дом «Династия», 2004. – 168 с.

18. Баранов, А. А. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях: руководство для врачей / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева. – М. : ГЕОТАР-Медиа, 2008. – 437 с.

19. Баранова, Ю. П. Использование интерактивной доски на уроках информатики / Ю. П. Баранова // Интернет-журнал «Современные научные исследования и инновации». – Март, 2012.

20. Башканова, Г. Л. Организация учебной работы в условиях активной сенсорно-развивающей среды / Г. Л. Башканова, С. А. Уланова, А. А. Шульга. – Сыктывкар, 2000.

21. Безруких М. М. Школьные факторы риска и нарушение психического здоровья детей / М. М. Безруких // Материалы IV Конгресса педиатров России «Охрана здоровья психического здоровья детей и подростков. – М., 1998.

22. Безруких, М. М. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / М. М. Безруких, Д. А. Фарбер. – М. : Образование от А до Я, 2000. – 319 с.

23. Безруких, М. Здоровьесберегающая школа / М. М. Безруких. – М. : Московский психолого-социальный институт, 2004. – 240 с.

24. Бекетова, О. А. Гигиенические аспекты организации обучения в общеобразовательных организациях Златоустовского городского округа / О. А. Бекетова, С. А. Рубцов // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). Том 1. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 411–413.

25. Бережков Л. Ф. Формирование здоровья школьников. Роль медико-биологических и социально гигиенических факторов. Научные основы профилактики (актовая речь) / Л. Ф. Бережков. – М. : Издательство НЦЗД РАМН. – 2001. – 40 с.

26. Березина, Н. О. Характеристика функциональных возможностей современных дошкольников 5–7 лет / Н. О. Березина, М. А. Никитина, П. И. Храмцов // Российский педиатрический журнал. – 2011. – № 3. – С. 39–42.
27. Берзинь, В. И. Гигиеническое обоснование методологических основ составления расписания уроков в школе I степени при лицее / В. И. Берзинь, А. Г. Глушченко, Р. Т. Бевз, Л. А. Стасюк / М-лы Всерос. конф. с межд. участием «Образование и воспитание: гигиенические проблемы». – М., 2002.
28. Беспалько, В. П. Не пора ли менять стратегию образования? / В. П. Беспалько // Педагогика. – 2001. – № 9. – С. 87–95.
29. Богомолова, Е. С. Гигиеническое обоснование мониторинга роста и развития школьников в системе «здоровье-среда обитания»: автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Богомолова, Елена Сергеевна – Нижний Новгород, 2010. – 41 с.
30. Богомолова, Е. С. Оценка санитарно-гигиенического благополучия и здоровья учащихся в образовательных учреждениях с разной интенсивностью учебного процесса / Е. С. Богомолова, М. В. Шапошникова, Т. В. Бадеева [и др.] // Медицинский альманах. – 2014. – № 4 (34). – С. 90–92.
31. Богомолова, Е. С. Результаты мониторинга состояния здоровья школьников г. Нижнего Новгорода / Е. С. Богомолова, А. В. Леонов, С. А. Чекалова [и др.] // Научные труды VIII международного конгресса «Здоровье и образование в XXI веке, концепция болезней цивилизации». – М., 2007. – С. 149.
32. Богомолова, Е. С. Санитарно-гигиеническое обеспечение общеобразовательных организаций как фактор риска здоровью школьников / Е. С. Богомолова, Ю. Г. Кузмичев, А. Н. Писарева [и др.] // Медицинский альманах. – 2017. – № 4 (49). – С. 157–162.
33. Бокарева, Н. А. Ведущие факторы, формирующие физическое развитие современных детей мегаполиса Москвы: автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Бокарева Наталия Андреевна. – М., 2015. – 46 с.
34. Большаков, А. М. Информационные нагрузки как новый актуальный раздел гигиены детей и подростков / А. М. Большаков, В. Н. Крутько, Е. Н. Кутепов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (2). – С. 172–177.
35. Валеева Э. Р. Гигиеническое обоснование приоритетных задач при охране здоровья школьников: автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Валеева, Эмилия Рамзиевна. – Казань, 2007. – 44 с.
36. Вирабова А. Р. Гигиенические принципы личностно-ориентированного обучения детей и подростков: концепция, структура, здоровьесберегающие педагогические технологии, ресурсы : 14.00.07 / Вирабова, Анна Рафаиловна. – М., 2006. – 338 с.



37. Вирабова, А. Р. Личностно-ориентированное обучение детей и подростков: гигиенические проблемы и пути решения / А. Р. Вирабова, В. Р. Кучма, М. И. Степанова. – М. : Пробел–2000, 2006. – 436 с.
38. Волкова, Л. П. О профилактике близорукости у детей / Л. П. Волкова // Вестник офтальмологии. – 2006. – № 2. – С. 24–27.
39. Выготский, Л. С. Вопросы детской психологии / Л. С. Выготский. – СПб. : Союз, 1997. – 165 с.
40. Галимзянова, Г. Г. Факторы, способствующие формированию миопии у школьников / Г. Г. Галимзянова, М. Э. Гурьлева // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 2 – С. 47–51.
41. Гензе А. О. Влияние двигательной активности на функциональные возможности ребенка / А. О. Гензе // Материалы II Конгресса РОШУМЗ. – М., 2010. – С. 146–149.
42. Гигиена детей и подростков (сборник трудов). Выпуск 6 / под ред. Г. Н. Сердюковской и С. М. Громбаха. – М., 1978. – 158 с.
43. Гигиеническая оценка обучения учащихся в современной школе / под ред. Г. Н. Сердюковской, С. М. Громбаха. – М. : Медицина, 1975. – 170 с.
44. Глушкова Е. К. Гигиеническая характеристика детских диапозитивных фильмов и условий их показа : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е. К. Глушкова М., 1959. – 11 с.
45. Глушкова Е. К. Гигиенические основы применения технических средств обучения в современной школе : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е. К. Глушкова. – М., 1983. – 48 с.
46. Глушкова, Е. К. Оптимизация урока как один из путей профилактики утомления школьников / Е. К. Глушкова, В. А. Доскин, Т. В. Сорокина // Сб. тр. «Психофизиологическое развитие и состояние здоровья детей и подростков». – М., 1987.
47. Гозак, С. В. Способ оценки здоровьесберегающей функции организации учебного процесса в образовательных школах. Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / С. В. Гозак, Е. Т. Елизарова, А. Н. Парац; М-во здравоохран. Респ. Беларусь. Науч.-практ. Центр гигиены; гл. ред. С. И. Сычик. – Минск : РНМБ, 2014. – Том 2, вып.24. – 242 с.
48. Гребняк, Н. П. Интегральная оценка трудности учебных предметов / Н. П. Гребняк, С. А. Щудро // Гигиена и санитария. – 2010. – № 1. – С. 71–73.
49. Гребняк, Н. П. К оценке трудности учебных предметов в общеобразовательных лицеях и колледжах / Н. П. Гребняк, В. В. Машинистов // Гигиена и санитария. – 1993. – № 6.
50. Григорьев, Ю. Г. Рейкьявик. Обращение. Беспроводные технологии в школах / Ю. Г. Григорьев // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (8). – С. 788.
51. Громбах, С. М. Психогигиена учебных занятий в школе / С. М. Громбах // Психогигиена детей и подростков / под ред. Г. Н. Сердюковской и Г. Гельница. – М., 1985. – С. 92–114.

52. Гурылева, М. Э. Особенности образа жизни современных школьников с миопией: медико-социологическое исследование / М. Э. Гурылева, Г. З. Галимзянова // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Т. 10. – № 4. – С. 5–8.
53. Декларация о гигиенической безопасности для детей и подростков цифровой среды // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 3. – С. 62–63.
54. Днепров, Э. Д. Приоритеты образовательной политики в «Концепции модернизации российского образования» и необходимость их коррекции / Э. Д. Днепров // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. № 5. /Приложение 1/ Школа и здоровье. – С. 5–13.
55. Дременкова, Ю. Е. Медико-гигиенические аспекты обучения школьников по инновационным технологиям с учетом региональной специфики : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Дременкова, Юлия Евгеньевна, Рязань, 2006. –24 с.
56. Дьячкова, М. Г. Воздействие компьютерных технологий на здоровый образ жизни подрастающего поколения / М. Г. Дьячкова, Э. А. Мордовский // Экология человека. – 2012. – № 5. – С. 14–19.
57. Елисеев, Ю. Ю. Реализация здоровьесберегающих технологий в учреждениях среднего профессионального образования России / Ю. Ю. Елисеев, А. А. Войтович, Е. А. Дубровина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 69.
58. Елисеева, Ю. В. Состояние реализации здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях / Ю. В. Елисеева, Е. А. Дубровина, Ю. Ю. Елисеев, А. В. Истомин // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. –№ 4 (289). – С. 35–37.
59. Еремеев, А. М. Динамика работоспособности учащихся при различной организации учебного процесса на уроке : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. М. Еремеев. – М., 1982. – 24 с.
60. Еремин, А. Информационная гигиена / А. Еремин // Вестник Восточно-сибирской открытой академии – 2017. – 24(24):11.
61. Ермакова, Ю. В. Использование интерактивной доски как средства повышения эффективности образовательного процесса на уроках русского языка и литературы / Ю. В. Ермакова. – URL: <https://nsportal.ru/shkola/materialy-metodicheskikh-obedinenii/library/2016/04/16/ispolzovanie-interaktivnoy-doski-kak> (дата обращения: 08.12.2017).
62. Ермолаев, А. В. Социологическое обоснование комплекса мероприятий по профилактике глазной патологии у детей (по материалам г. Астрахани): автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.52 / Ермолаев Андрей Витальевич – Астрахань, 2004. – 23 с.
63. Ефимова, Н. В. Методическое обеспечение гигиенической оценки школьных дисциплин / Н. В. Ефимова, И. В. Мыльникова, М. П. Барсем, С. Б. Нехурова // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 1. – С. 36–40.

64. Ефимцева, М. В. Роль экологических факторов среды обитания в обуславливании здоровья школьников : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Ефимцева Марина Валерьевна. – Орел, 2007. – 23 с.

65. Жданова, Л. А. Характеристика приспособительной деятельности детского организма в разработке новых педагогических технологий / Л. А. Жданова, Т. В. Русова // Научно-методические основы изучения адаптации детей и подростков к условиям жизнедеятельности (под ред. В. Р. Кучмы, Л. М. Сухаревой) –М. : НЦЗД РАМН, 2005. – С. 71–79.

66. Жигарева, Н. С. Особенности формирования отклонений в состоянии здоровья младших школьников в динамике обучения : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Жигарева Наталья Сергеевна. – М., 2008. – 23 с.

67. Жуковская, И. В. Адаптация к учебной нагрузке учащихся общеобразовательных учреждений разного типа на второй ступени обучения / И. В. Жуковская // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность» – М., 2009. – С. 159–161.

68. Зайцева Е. С. Особенности состояния здоровья младших школьников при разных стилях преподавания / Е. С. Зайцева // Школа здоровья. – 2011. – № 4. – 2011. – С. 12–14.

69. Зайцева, Н. В. Медико-профилактические технологии для задач управления риском нарушений здоровья населения, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания / Н. В. Зайцева, О. Ю. Устинова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10-4. – С. 665–670.

70. Зайцева, Н. В. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н. В. Зайцева, О. Ю. Устинова, Лужецкий К. П. [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66–83.

71. Захлебный, А. Н. Информационная безопасность школьников и ее обеспечение в учебном процессе / А. Н. Захлебный, Е. Н. Дзятковская // Здоровье и образование детей и подростков – основа устойчивого развития Российского общества и государства. Научная сессия академий, имеющих государственный статус – М., 2006. – С. 101–104.

72. Звездина, И. В. Особенности формирования здоровья современных подростков / И. В. Звездина, И. К. Рапопорт, Ю. А. Ямпольская // Здоровье, обучение и воспитание детей: история и современность (1904–1959–2004) / под ред. А. А. Баранова, В. Р. Кучмы, Л. М. Сухаревой – М. : Издательский Дом «Династия», 2006. – С. 110–115.

73. Зорина И. Г. Социально-гигиенический мониторинг состояния здоровья школьников и факторов среды как методологическая основа определения приоритетов профилактики в раз-

личных видах образовательных организаций : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Зорина Ирина Геннадьевна. – Челябинск, 2013. – 38 с.

74. Зорина, И. Г. Влияние факторов внутришкольной среды на умственную работоспособность и состояние здоровья учащихся при разных формах обучения : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Зорина Ирина Геннадьевна. – Екатеринбург, 2002 – 21 с.

75. Зорина, И. Г. Пути совершенствования гигиенического контроля по оздоровлению образовательных условий школьников / И. Г. Зорина // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). – С. 469–472.

76. Иванова, А. О. Формирование мотивации к обучению / А. О. Иванова // Материалы Всесоюзной научно-практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность». – М., 2009. – С. 176–178.

77. Иванова, И. В. Состояние здоровья и социально-психологические особенности учащихся школ разного типа / И. В. Иванова, Н. Л. Черная, Е. И. Сенягина // Российский педиатрический журнал. – 2010 – №2. – С. 53–57.

78. Иванова, О. Е. Теория обучения в информационном обществе / О. Е. Иванова. – М., 2011.

79. Игнатова, Л. Ф. Современная технология социально-гигиенического мониторинга детского населения : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Игнатова, Лилия Федоровна. – М., 2006. – 50 с.

80. Ильин, А. Г. Состояние здоровья детей подросткового возраста и совершенствование системы их медицинского обеспечения : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.09 / Ильин Александр Геннадьевич. – М., 2005. – 54 с.

81. Исакова, З. Б. Умственная работоспособность и характеристика вегетативного реагирования на умственную нагрузку детей с различной подвижностью нервных процессов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Исакова Зилья Баймухаметовна. – Казань, 1991. – 20 с.

82. Камаев, И. А. Стратегия профилактики неврологической заболеваемости детей школьного возраста / И. А. Камаев, С. А. Чекалова // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 3. – С. 54–60.

83. Карabanова, О. А. Социальное конструирование детства / О. А. Карabanова // Образовательная политика. – 2010. – № 5-6 (43-44). – С. 52–61.

84. Каркашадзе, Г. А. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста / Г. А. Каркашадзе, Л. С. Намазова-Баранова, И. Н. Захарова [и др.] // Педиатрическая фармакология. – 2017. – № 14 (1). – С. 7–23.

85. Кашаев, С. М. Алгоритм составления расписания учебных занятий / С. М. Кашаев, Л. В. Шерстнева, Д. С. Гладских // Информатика и образование. – 2016. – № 9. – С. 57–62.
86. Кирнасюк, Е. В. Полупансион как современная технология формирования здоровьесберегающей среды младших школьников в условиях гимназического образования : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Кирнасюк Елена Владимировна. – Оренбург, 2004. – 28 с.
87. Кондаков, А. М. Концепция совершенствования (модернизации) единой информационной образовательной среды, обеспечивающей реализацию национальных стратегий развития Российской Федерации (проект) / А. М. Кондаков, А. А. Вавилова, С. Г. Григорьев [и др.] // Педагогика. – 2018. – № 4. – С. 98–125.
88. Кондаков, А. М. Новые форматы организации образовательного процесса / А. М. Кондаков // Интернет-издание «Просвещение». – 17.06.2013. – URL: <http://press.prosv.ru/2013/06/novyie-formatyi-organizatsii-obrazovatel'nogo-protssesa/> (дата обращения: 12.01.2017).
89. Концепция информационной безопасности детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2015 г. № 2471-р).
90. Корнюшина, Т. А. Аккомодативная астиопия у школьников с аметропией слабой и средней степени / Т. А. Корнюшина, А. В. Ибрагимов, Т. П. Кащенко, М. Д. Магарамова // Рос. педиатрическая офтальмология. – 2011. – № 1. – С. 20.
91. Косс, В. В. Ранняя диагностика и профилактика прогрессирования нарушений осанки и сколиоза I и II степени у детей в условиях общеобразовательных учреждений : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.22 / Косс, Виктор Викторович – М., 2009. – 23 с.
92. Кочина, М. Л. Офтальмоэргономическая характеристика компьютерной игры / М. Л. Кочина, А. В. Яворский, М. В. Ковтун // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современный подросток». – М. : Издание НЦЗД РАМН, 2001. – С. 184–186.
93. Кошелев, Н. Ф. К теории гигиенического нормирования / Н. Ф. Кошелев, П. В. Рамзаев, В. П. Михайлов // Гиг. и сан. – 1990. – № 6. – С. 77–79.
94. Кошелев, Н. Ф. Общая и военная гигиена / Н. Ф. Кошелев. – М., 1978.
95. Криволапчук, И. А. Возрастная динамика и адаптационные изменения функционального состояния детей 5–14 лет под влиянием занятий физическими упражнениями : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13 / Криволапчук Игорь Альлерович. – М., 2008.
96. Кривоносов, М. В. Гигиеническое обоснование понятия «зрительная донозоология» у детей школьного возраста / М. В. Кривоносов, Л. В. Подригало, И. Н. Чеховская // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современный подросток». – М. : Издание НЦЗД РАМН, 2001. – С. 189–191.

97. Крига, А. С. Внутришкольная среда и организация образовательного процесса как фактор риска здоровью школьников / А. С. Крига, М. Н. Бойко, В. В. Турбинский // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). Том 1. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 488–491.

98. Кузнецова, О. Синдром компьютерного зрения / О. Кузнецова // Здоровье детей. – 2010. – № 9.

99. Куинджи, Н. Н. Биоритмологические корреляты развития у школьников утомления на уроках / Н. Н. Куинджи // Биолого-гигиеническое обеспечение процесса обучения и воспитания учащихся. – Коломна, 1992. – С. 51.

100. Куинджи, Н. Н. Валеология: пути формирования здоровья школьников / Н. Н. Куинджи. – М., 2000 – 138 с.

101. Куинджи, Н. Н. Здоровьесберегающие возможности личностно-ориентированных педагогических технологий / Н. Н. Куинджи // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Здоровая образовательная среда – здоровый ребенок». – М., 2003. – С. 171–172.

102. Куинджи, Н. Н. Сдвоенные уроки: новый взгляд на их применение в инновационных педагогических технологиях / Н. Н. Куинджи, Н. М. Фальковская // Материалы Международного конгресса «Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке», 12–14 мая, 2004 г. – М., 2004. – Т. II. – С. 150–152.

103. Куинджи, Н. Н. Современная технология обучения школьников и ее влияние на здоровье / Н. Н. Куинджи, М. И. Степанова // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 44–48.

104. Кучма, В. Р. Гигиеническая безопасность жизнедеятельности детей в цифровой среде / В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева, П. И. Храмцов // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 8. – С. 4–7.

105. Кучма, В. Р. Безопасность для детей современных информационно-коммуникационных технологий: состояние, гигиенические проблемы и пути их решения / В. Р. Кучма // Школа здоровья. – 2010. – № 2 – С. 3–6.

106. Кучма, В. Р. Гигиеническая безопасность использования компьютеров в обучении детей и подростков / В. Р. Кучма, М. И. Степанова, Л. М. Текшева. – М. : Просвещение, 2013. – 224 с.

107. Кучма, В. Р. Гигиеническая оценка интенсификации учебной деятельности в современных условиях / В. Р. Кучма, Е. А. Ткачук, Н. В. Ефимова // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 1. – С. 4–11.

108. Кучма, В. Р. Гигиеническая оценка информатизации обучения и воспитания / В. Р. Кучма, Е. А. Ткачук // Гигиена и санитария. – 2015. – № 7. – С. 16–20.
109. Кучма, В. Р. Гигиеническая оценка учебных текстов: методические подходы и оценка трудности для детей общеобразовательных учебников / В. Р. Кучма, Е. А. Ткачук // Вестник РАМН, 2015. – № 2. – С. 214–221.
110. Кучма, В. Р. Гигиенические проблемы школьных инноваций / В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева, М. И. Степанова. – М. : НЦЗД РАМН, 2009. – 240 с.
111. Кучма, В. Р. Изменение показателей заболеваемости школьников в процессе завершения общего образования / В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева, И. К. Рапопорт // Материалы I Конгресса Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья. – М., 2008. – С. 94–95.
112. Кучма, В. Р. Инновационные процессы школьного образования: гигиенические аспекты / В. Р. Кучма, М. И. Степанова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. № 5 – /Приложение 1/ Школа и здоровье. – С. 21–25.
113. Кучма, В. Р. Концепция и система гигиенической безопасности электронного образовательного контента / В. Р. Кучма // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). Том 1. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 502–505.
114. Кучма, В. Р. Методические подходы к гигиенической классификации технических средств обучения / В. Р. Кучма, Л. М. Текшева, О. Ю. Милушкина // Здоровье населения и среда обитания. – 2008. – № 3. – С. 53–55.
115. Кучма, В. Р. Морфофункциональное развитие современных школьников / В. Р. Кучма, О. Ю. Милушкина, Н. А. Скоблина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 352 с.
116. Кучма, В. Р. Оценка индекса безопасности электронной книги на основе гигиенической классификации средств обучения / В. Р. Кучма, Л. М. Текшева, А. О. Петренко // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 10. – С. 26–28.
117. Кучма, В. Р. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования / В. Р. Кучма, Е. А. Ткачук, И. Ю. Гармаева // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (12). – С. 1183–1188.
118. Кучма, В. Р. Физиолого-гигиеническая оценка восприятия информации с электронного устройств для чтения (ридера) / В. Р. Кучма Л. М. Текшева, О. А. Вятлева, А. М. Курганский // Гигиена и санитария. – 2012. – № 1. – С. 22–25.

119. Кучма, В. Р. Физиолого-гигиеническая оценка восприятия информации с электронного устройства для чтения (ридера) / В. Р. Кучма, Л. М., Текшева О. А. Вятлева, А. М. Курганский // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 22–26.

120. Лавинский, Х. Х. Риски 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 Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.) Том 1. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 508–511.

121. Лапонова, Е. Д. Гигиеническое обоснование дифференциального подхода к организации обучения младших школьников разного пола : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е. Д. Лапонова. – М., 2001. – 24 с.

122. Латышевская, Н. И. Характеристика адаптационных возможностей школьников крупного промышленного города / Н. И. Латышевская, Л. А. Давыденко, Л. П. Сливина // Материалы Всероссийской научно–практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность». – М., 2009. – С. 254–255.

123. Левинский, Х. Х. Риски здоровью детей в «цифровой среде»: пути профилактики / Х. Х. Левинский, Н. А. Грекова, И. В. Арбузов, Ю. Н. Полянская // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). – Том. 1. – С. 508–511.

124. Лозинский, А. С. Особенности формирования биологической и социально-психологической адаптации у современных гимназистов при различных программах обучения / А. С. Лозинский, Н. П. Сетко, Е. В. Булычева // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 7. – С. 14–18.

125. Лутошкин, А. Н. Эмоциональные потенциалы первичного коллектива / А. Н. Лутошкин // Эмоциональные потенциалы коллектива (сб. тр. Ярославского пед. Института им К. Д. Ушинского). – Ярославль, 1977. – Вып. 50. – С. 7–95.

126. Макарова, В. И. Подходы к сохранению здоровья детей в условиях интенсификации образовательного процесса / В. И. Макарова, Г. Н. Дегтева, Н. В. Афанасенкова // Российский педиатрический журнал. – 2000. – № 3. – С. 60–62.

127. Маркова, А. И. Школы здоровья и здоровье школьников (аналитический обзор) / А. И. Маркова // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 60–66.

128. Матвеева, Н. А. Формирование здоровья школьников в современных социально-гигиенических условиях обучения и воспитания / Н. А. Матвеева, А. В. Леонов, Е. С. Богомолова [и др.] // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы», 2002. – М., 2002. – С. 231–233.



129. Маткивский, Р. А. Состояние здоровья учащихся в контексте школьной успеваемости / Р. А. Маткивский, В. Р. Кучма // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность»* – М., 2009. – С. 285–286.
130. Матюха Л. В. Опыт использования информационных технологий на уроках русского языка / Л. В. Матюха // *Интернет-журнал «Эйдос»*. – 2009. – 15 февраля.
131. Медицинская статистика. Относительный риск. – URL: [http://medstatistic.ru/theory/relative\\_risk.html](http://medstatistic.ru/theory/relative_risk.html) (дата обращения 11.04.2018)
132. Микк, Я. А. Теория измерения и оптимизации степени сложности учебного материала в общеобразовательной школе : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Я. А. Микк. – М., 1982. – 33 с.
133. Милушкина, О. Ю. Состояние здоровья и санитарно-эпидемиологическая характеристика условий воспитания и обучения детей и подростков в Российской Федерации / О. Ю. Милушкина // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2003. – №3. – С. 1–2.
134. Мингазова, Э. Н. Корреляционная зависимость между комплексами факторов и распространенностью миопии среди школьников, обучающихся по инновационным программам / Э. Н. Мингазова, С. И. Шиллер // *Вестник КГМА им. И. К. Ахунбаева*. – 2014. – № 2. – С. 51–54.
135. Мирская, Н. Б. Диагностика нарушений и заболеваний костно-мышечной системы современных школьников: подходы, терминология, классификация / Н. Б. Мирская, А. Н. Коломенская // *Вопросы современной педиатрии*. – 2009. – Т. 8. № 3. – С. 10–13.
136. Мирская, Н. Б. Инновационные технологии реализации концептуальной модели профилактики и коррекции нарушений и заболеваний костно-мышечной системы школьников : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.03 / Мирская Наталия Борисовна – М., 2010. – 48 с.
137. Молдованов, В. В. Совершенствование методологии управления здоровьем детей, обучающихся в образовательных учреждениях мегаполиса / В. В. Молдованов, С. Г. Сафонкина // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2014. – № 1 (250). – С. 14–16.
138. Мордвинов А. Г. Гигиеническое обоснование режима учебных занятий с применением компьютеров для учащихся старших классов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. Г. Мордвинов. – М., 1990. – 24 с.
139. Муратова, Д. А. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний / Д. А. Муратова, Н. Н. Данилова. М. – 1992. – 186 с.
140. Мыльникова И. В. Гигиеническая оценка внутришкольной среды городских и сельских общеобразовательных учреждений / И. В. Мыльникова // *Гигиена и санитария*. 2016. – № 95(12). – С. 1193–1197.

141. Надеждин, Д. С. О целесообразности психогигиенической оценки современных образовательных технологий / Д. С. Надеждин // Материалы II Конгресса РОШУМЗ. – М., 2010. – С. 425–427.
142. Надеждин, Д. С. Особенности формирования психосоциальной адаптации учащихся 5–9-х классов общеобразовательных учреждений / Д. С. Надеждин, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева, В. Г. Сахаров // Российский педиатрический журнал. – 2015. – № 2. – С. 18–22.
143. Научно-методические основы изучения адаптации детей и подростков к условиям жизнедеятельности / под ред. В. Р. Кучмы, Л. М. Сухаревой. – М. : Изд-во НЦЗД РАМН, 2005. – 238 с.
144. Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа» (утв. Президентом РФ от 04.02.2010 N Пр-271).
145. Нефедовская, Л. В. Медико-социальные проблемы нарушения зрения детей в России / Л. В. Нефедовская. – М. : Центр развития межсекторальных программ, 2008. – 240 с.
146. Новикова, И. И. Гигиеническая оценка закономерностей формирования здоровья школьников в крупном промышленном центре : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Новикова, Ирина Игоревна – Омск, 2006. – 35 с.
147. Общая и военная гигиена : учебник / под ред. Н. Ф. Кошелева. – Л., 1978. – 470 с.
148. Овчинникова, З. А. Гигиеническая оценка влияния условий обучения на здоровье школьников медико-биологических классов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / Овчинникова Зинаида Алексеевна – М., 2015. – 24 с.
149. Онуфрийчук, О. Н. Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии / О. Н. Онуфрийчук, Ю. З. Розенблюм // Вестн. Офтальмологии. – 2007. – № 1. – С. 22–24.
150. Организация деятельности врача по гигиене детей и подростков, осуществляющих медицинское обеспечение обучающихся в общеобразовательных организациях. Методические рекомендации. – СПб., 2017. – 77 с.
151. Пайкес, В. Г. Методика оставления расписания в общеобразовательном учреждении / В. Г. Пайкес. – М. : АРКТИ, 2001. – 112 с.
152. Панкова, Н. Б. Патофизиологический анализ влияния факторов риска образовательной среды на функциональное состояние организма учащихся: донозологическое исследование : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.16 / Панкова Наталия Борисовна. – М., 2009. – 47 с.
153. Пахтусова, Е. А. Гигиеническая оценка образовательной среды / Е. А. Пахтусова // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). Том 1. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 559–562.

154. Петренко, А. О. Гигиеническая оценка удобочитаемости текстов, предъявляемых на экране ридеров : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / Петренко Александр Олегович. – М., 2016. – 24 с.

155. Петрова, Н. Ф. Современная школа и проблема здоровья учащихся / Н. Ф. Петрова, В. И. Горювая // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 11 – С. 73–75.

156. Платонова, А. Г. Влияние современных типов компьютерной техники на функциональное состояние зрительного анализатора школьников 13–14 лет / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковская, С. Н. Джуриная, Е. С. Шкарбан // Здоровье и окружающая среда: сб. научн. тр. – Минск : Респ. науч.-практ. центр гигиены, 2013. – Вып. 23. – С. 144–148.

157. Платонова, А. Г. Особенности формирования рабочей позы учащихся при использовании планшета, ноутбука и монитора / А. Г. Платонова // Диагностика, профилактика и коррекция нарушений опорно-двигательного аппарата у детей и подростков. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 4–5 декабря 2014 г.). – М. : ФГБНУ НЦЗД, 2014. – С. 78.

158. Платонова, А. Г. Особенности функционального состояния зрительного анализатора школьников при работе с электронными учебниками / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковская, С. Н. Джуриная [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2013. – Вип. 62. – С. 291–295.

159. Платонова, А. Г. Оцінка впливу роботи з електронними та паперовими підручниками на психологічний статус школярів за методом Люшера / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковська, С. М. Джури́нська [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2013. – Вип. 61. – С. 323–328.

160. Платонова, А. Г. Психоэмоциональное состояние школьников при использовании ноутбука и планшета в процессе обучения / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковская, С. Н. Джуриная [и др.] // Материалы IV Всероссийского Конгресса по школьной и университетской медицине, Санкт-Петербург, 15–16 мая 2014 г. (материалы конгресса). – СПб. : Издатель ООО «Эри», 2014. – С. 262–264.

161. Пляскина, И. В. Динамика состояния здоровья учащихся школ с различной организацией учебно-воспитательного процесса / И. В. Пляскина // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы», 2002. – М., 2002. – С. 278–280.

162. Побежимова, О. К. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 7–10 лет разных режимов обучения : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Побежимова, Ольга Константиновна. – Казань, 2000. – 20 с.

163. Поленова, М. А. Научные основы гигиенической оптимизации организации обучения в средней школе : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Поленова, Марина Альбертовна. – М., 2013. – 47 с.

164. Полунина, Н. В. Состояние здоровья детей в современной России и пути его улучшения / Н. В. Полунина // Вестник Росздравнадзора. – 2013. – № 5. – С. 17–24.

165. Польша, Н. С. Гигиеническая оценка влияния различных типов компьютерной техники на умственную работоспособность школьников 13–14 лет / Н. С. Польша, А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковская, С. Н. Джуриная // Здоровье и окружающая среда: сб. научн. тр. – Минск : Респ. науч.-практ. центр гигиены, 2013. – Вып. 23 – С. 156–159.

166. Польша, Н. С. Научное обоснование гигиенических регламентов использования планшетов и ноутбуков в школе / Н. С. Польша, А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковская [и др.] // Гигиена населенных мест. – 2015. – № 65. – С. 208–217.

167. Пономарева, Л. И. Динамика состояния здоровья учащихся на этапе перехода к предметному обучению в условиях реформирования системы образования / Л. И. Пономарева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность» – М., 2009. – С. 353–354.

168. Постановление Правительства Москвы (№ 844-ПП от 08.11.2017) «О грантах за вклад в развитие проекта «Московская электронная школа». – URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/docs/844-PP\(4\).pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/docs/844-PP(4).pdf) (дата обращения: 20.11.2017).

169. Поташник, М. М. Требования к современному уроку : методическое пособие / М. М. Поташник. – М. : Центр педагогического образования, 2007. – 272 с.

170. Потупчик, Т. В. Критерии оценки адаптации детей к высоким учебным нагрузкам / Т. В. Потупчик [и др.] // Гигиена и санитария. – 2011. – № 6. – С. 41–44.

171. Пратусевич, Ю. М. Определение работоспособности учащихся / Ю. М. Пратусевич – М. : Медицина, 1985. – 126 с.

172. Пратусевич, Ю. М. Умственное утомление школьников / Ю. М. Пратусевич. – М., Медицина, 1964. – 459 с.

173. Приказ Минобрнауки России от 30.03.2016 N 336 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования, соответствующих современным условиям обучения, необходимого при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий по содействию созданию в субъектах Российской Федерации (исходя из прогнозируемой потребности) новых мест в общеобразовательных организациях, критериев его формирования и требований к функциональному оснащению, а также норматива стоимости оснащения одного места обучающегося указанными средствами обучения и воспитания».

174. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н. Ф. Измерова и Э. И. Денисова. – М. : Тровант, 2003. – 448 с.
175. Психолого-педагогические и соматические переменные в деятельности современной школы: эффекты кольцевой детерминации: монография / авт. колл.: С. Ю. Степанов, И. В. Рябова, Т. А. Соболевская и др.; под ред. С. Ю. Степанова. – М. : МГПУ, 2017. – 292 с.
176. Работоспособность и здоровья учащихся при обучении в современной школе / под ред. Г. Н. Сердюковской, С. М. Громбаха. – М., 1975. – 150 с.
177. Рапопорт, И. К. Здоровье учащихся: динамика и рекомендации к позитивным изменениям. Что показывают лонгитюдные исследования школ г. Москвы / И. К. Рапопорт // Народное образование. 2017. – № 6-7 (1463). – С. 75–80.
178. Рапопорт, И. К. Оценка динамики заболеваемости школьников по результатам профилактических медицинских осмотров / И. К. Рапопорт // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 48–50.
179. Рахманов, Р. С. Зависимость отклонений в состоянии здоровья обучающихся от наполняемости классов в общеобразовательных организациях / Р. С. Рахманов, Е. С. Богомолова, Ю. Г. Кузмичев [и др.] // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). Том 1. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 589–592.
180. Роберт, И. В. Педагогико-эргономическая оценка средств информатизации и коммуникации, используемых в образовании / И. В. Роберт // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. № 5. /Приложение 1/ Школа и здоровье. – С. 65–67.
181. Руководство по диагностике и профилактике школьно-обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях (ДиаПроф НИИГД) / под ред. чл.-корр. РАМН, проф. В. Р. Кучмы, д.м.н. П. И. Храмцова. – М., 2012. – 181 с.
182. Рябенко, Т. П. Неправильно составленное расписание уроков в школе – штраф до 150000 рублей / Т. П. Рябенко // СЭС. – 2015. – № 8. – С. 17–21.
183. Сазанюк, З. И. Умственная работоспособность и особенности режима дня учащихся 9–11 классов / З. И. Сазанюк, М. И. Степанова, Н. Н. Куинджи [и др.] // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Здоровая образовательная среда – здоровый ребенок». – М., 2003. – С. 253–254.
184. Сайков, Б. П. Организация информационного пространства образовательного учреждения: практическое руководство / Б. П. Сайков. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005. – 406 с.

185. Самотолкина, Н. Г. Гигиенические основы построения режима учебных занятий в малокомплектных начальных школах при программированном обучении с использованием звукотехнических средств : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Н. Г. Самотолкина. – М., 1970. – 25 с.
186. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
187. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях»
188. Сапожникова, Г. М. Динамика работоспособности младших школьников и факторы, ее определяющие : автореф. ... канд. мед. наук / Г. М. Сапожникова. – М., 1980. – 20 с.
189. Сафонкина, С. Г. Научно-методическое обоснование обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в образовательных организациях : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Сафонкина Светлана Германовна. – М., 2016. – 48 с.
190. Седова, А. С. Гигиеническая оценка различных вариантов организации учебного процесса в старшей школе : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Седова Анна Сергеевна. – М., 2006. – 24 с.
191. Сетко, Н. П. Современные подходы к оценке и моделированию психоэмоционального состояния учащихся с помощью современных цифровых технологий / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, А. Г. Сетко, И. М. Сетко // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – Том VI. № 1 (21). – С. 25–33.
192. Сетко, Н. П. Функциональное состояние организма младших школьников при разных формах организации учебного процесса / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, Бейлина Е. Б. // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2013. – № 1. – С. 18–21.
193. Сивков, И. Г. Гигиеническая оценка расписания уроков с помощью ранговой шкалы трудности предметов / И. Г. Сивков // Гигиена и санитария. – 1979. – № 4. – С. 78.
194. Скворцова, Е. С. Занятия компьютерными играми и интернетом среди городских подростков, учащихся училищ начального профессионального образования в России в 2013–2014 гг. (по данным мониторинга 2013–2014 гг.) / Е. С. Скворцова, Л. К. Постникова, С. С. Сошников, М. В. Гончарова // Информационное письмо. – М. : РИО ЦНИИОИЗ, 2015. – 32 с.
195. Скоблина, Н. А. Гигиенические проблемы охраны зрения школьников и студентов при использовании гаджетов / Н. А. Скоблина, О. Ю. Милушкина, А. А. Татаринчик // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). – Том. 1. – С. 611–613.
196. Скоблина, Н. А. Научно-методическое обоснование оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Скоблина Наталья Александровна. – М., 2008. – 49 с.

197. Смирнов, Н. К. Актуальные проблемы здоровьесберегающего образования / Н. К. Смирнов // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 9. – С. 59–64.
198. Смирнов, Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в работе учителя и школы / Н. К. Смирнов. – М. : АРКТИ, 2003. – 272 с.
199. Сотникова, Е. Н. Мониторинг здоровья детей в образовательных учреждениях – пути реализации / Е. Н. Сотникова, П. И. Храмцов // Школа здоровья. – 2010. – № 4. – С. 7–10.
200. Степаненко, О. В. Интерактивная доска: приемы использования на уроках информатики в начальной школе / О. В. Степаненко // Интернет-газета «Лаборатория знаний». – 2010. – № 1.
201. Степанов, С. Ю. От здоровьесберегающего образования к здоровьесозидающему / С. Ю. Степанов, Е. З. Кремер // Образовательная политика. – 2011. – №1 (51). – С. 88–91.
202. Степанова, М. И. Безопасное использование компьютеров в учебной и досуговой деятельности детей и подростков / М. И. Степанова, З. И. Сазанюк, Т. В. Шумкова // Школа здоровья. – 2009. – № 2. – С. 38–45.
203. Степанова, М. И. Гигиеническая оценка трудности уроков в начальной школе / М. И. Степанова // Гигиена и санитария. – 1984. – №12. – С. 67–69.
204. Степанова, М. И. Гигиенические основы организации начального обучения детей в современной школе : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Степанова Марина Исааковна. – М., 2003. – 48 с.
205. Степанова, М. И. Гигиенические проблемы реформирования школьного образования / М. И. Степанова, Н. Н. Куинджи, А. Г. Ильин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 40–44.
206. Суворова, А. В. Риск для здоровья школьников в связи с нерациональной организацией образовательного процесса и режима дня / А. В. Суворова, И. Ш. Якубова, М. М. Масленникова // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). – Том 1. – С. 626–629.
207. Суворова, А. В. Гигиена учебного процесса и состояние здоровья школьников при блочно-модульном обучении : монография / А. В. Суворова, И. Ш. Якубова, Н. П. Иванова. – СПб. : Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2014. – 160 с.
208. Суворова, А. В. Проблемы адаптации школьников к учебной нагрузке при разных формах организации учебного процесса / А. В. Суворова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена детей и подростков: история и современность» – М., 2009. – С. 437–438.

209. Суворова, Н. Интерактивное обучение: Новые подходы / Н. Суворова. – М., 2005. – 268 с.
210. Сухарев, А. Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков / А. Г. Сухарев. – М. : Медицина, 1991.
211. Сухарев, А. Г. Медико-педагогическая оценка технологий обучения детей в современной школе / А. Г. Сухарев, Н. М. Цыренова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. № 5. /Приложение 1/ Школа и здоровье. – С. 37–40.
212. Сухарев, А. Г. Образовательная среда и здоровье учащихся : научно-методическое пособие / А. Г. Сухарев. – М. : МИОО, 2009. – 255 с.
213. Сухарева, Л. М. Динамика заболеваемости московских школьников в процессе получения основного общего образования / Л. М. Сухарева, Л. С. Намазова-Баранова, И. К. Рапопорт, И. В. Звезда // Вопросы школьной университетской медицины и здоровья. – 2013. – № 3. – С. 18–26.
214. Сухарева, Л. М. Динамика показателей состояния здоровья учащихся средних классов Москвы в 2010 г. / Л. М. Сухарева, Л. С., Намазова-Баранова, И. К. Рапопорт [и др.] // Сборник материалов XV Конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» – М., 2011. – С. 849.
215. Сухарева, Л. М. Заболеваемость и умственная работоспособность московских школьников / Л. М. Сухарева, И. К. Рапопорт, М. А. Поленова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 64–67.
216. Сухарева, Л. М. Особенности заболеваемости учащихся 7–8-х классов г. Москвы / Л. М. Сухарева, Л. С. Намазова-Баранова, И. К. Рапопорт [и др.] // Сборник материалов XVI Конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» – М., 2012. – С. 739–740.
217. Сухарева, Л. М. Психогигиеническая оценка современных образовательных технологий / Л. М. Сухарева, Д. С. Надеждин, П. И. Храмов // Гигиена детей и подростков: история и современность. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М., 2009. – С. 439–441.
218. Тарасова, Т. В. Гигиеническая оценка расписания уроков в школах РСО-Алания / Т. В. Тарасова, И. Ш. Туаева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1-9. – С. 1926–1929.
219. Тимофеев, В. П. К вопросу о разработке критериев трудности предметов в средних специальных образовательных учреждениях / В. П. Тимофеев, А. Ю. Попов, З. В. Семкина // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современный подросток», 4–5 декабря, 2001. – М., 2001. – С. 321–322.



220. Титова, Ю. В. Гигиеническая оценка трудности учебных предметов православного компонента общего образования / Ю. В. Титова, Л. В. Гранковская, А. А. Шепарев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1190.

221. Ткачук, Е. А. Гигиеническая оценка информатизации обучения и воспитания детей дошкольного и младшего школьного возраста : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / Ткачук Елена Анатольевна. – Иркутск, 2014.

222. Третьяков, П. И. Технология модульного обучения в школе : практико-ориентированная монография / П. И. Третьяков, И. Б. Сенновский; под ред. П.И. Третьякова. – М.: Новая школа, 2001. – 352 с.

223. Туаева, И. Ш. Гигиеническая оценка режима дня и его влияния на здоровье школьников старших классов в современных условиях : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Туаева Инга Шамильевна – СПб., 2005. – 24 с.

224. Укенов, Н. К. К вопросу об использовании мультимедийного проектора на уроках физики при объяснении нового материала / Н. К. Укенов, А. А. Чугунова. – URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=885226> (дата обращения: 20.11.2017).

225. Уланова, С. А. Гигиеническая оценка активной сенсорно-развивающей среды обучения младших школьников в районах Крайнего Севера : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 14.00.07 / Уланова Светлана Андреевна – М., 2006. – 26 с.

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

227. Усищева, Ц. Л. О причинах утомительности школьных уроков / Ц. Л. Усищева // Гигиена детей и подростков / под ред. Г. Н. Сердюковской, С. М. Громбаха. – М., 1977. – Вып. IV. – С. 48–59.

228. Фарбер, Д. А. Современные исследования в возрастной физиологии психофизиологии как основа медицинского, психологического и педагогического образования / Д. А. Фарбер, Р. И. Мачинская // Здоровье и образование детей – основа устойчивого развития российского общества и государства. Научная сессия академий, имеющих государственный статус. – М. : Наука, 2007. – С. 124–128.

229. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (утв. Приказом Минобрнауки России от 06.10.2009 N 373).

230. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. Приказом Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644).

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

232. Федеральный Закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

233. Федорцева, М. В. Учебное расписание как фактор здоровьесберегающей деятельности учителя общеобразовательной школы на уроке : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Федорцева Марина Борисовна. – Новокузнецк, 2007. – 26 с.

234. Фельдштейн, Д. И. Глубинные изменения современного Детства и обусловленная ими актуализация психолого-педагогических проблем развития образования / Д. И. Фельдштейн // Вестник практической психологии образования. – 2011. – № 1. – С. 45–54.

235. Филькина, О. М. Состояние здоровья и психологические особенности подростков с различной успешностью обучения / О. М. Филькина, Е. А. Воробьева, Т. Г. Шанина // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы», 2002. – М., 2002. – С. 372–374.

236. Фуфаева, О. А. Гигиеническая оптимизация учебного процесса общеобразовательных учреждений инновационного типа : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Фуфаева, Ольга Александровна. – М., 2000. – 23 с.

237. Халецкая, О. В. Анализ организации образовательного процесса у подростков с синдромом вегетативной дистонии, обучающихся по различным педагогическим программам / О. В. Халецкая, А. Ю. Шуткова, А. В. Леонов // Материалы II Конгресса РОШУМЗ. – М., 2010. – С. 618–621.

238. Хамаганова, Т. Г. Проблемы профилактики нарушений психического здоровья школьников / Т. Г. Хамаганова, Д. Н. Крылов, О. В. Даниленко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 71–73.

239. Хананашвили, М. Н. Информационные неврозы / М. Н. Хананашвили. – Л., 1978. – 143 с.

240. Храмцов, П. И. Влияние двигательной активности на физическую работоспособность и толерантность организма учащихся к учебной нагрузке / П. И. Храмцов // Материалы II Конгресса РОШУМЗ. – М., 2010. – С. 621–624.

241. Храмцов, П. И. Методология изучения осанки в гигиене детей и подростков : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / П. И. Храмцов. – М., 1998. – 48 с.

242. Чайкин, С. В. Гигиеническая оценка альтернативного варианта структуры учебного года в школе : автореф. дисс. ... канд. мед. наук / С. В. Чайкин. – М., 2002. – 24 с.

243. Чекалова, С. А. Особенности физического развития у старшеклассников с синдромом вегетативной дистонии / С. А. Чекалова, Е. С. Богомолова, А. В. Леонов [и др.] // Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования. – 2009. – № 2. Т. 1. – С. 43–45.

244. Чекалова, С. А. Стратегия снижения неврологической заболеваемости у детей школьного возраста (клинико-нейрофизиологическое и медико-социальное исследование : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.11 / Чекалова Светлана Александровна. – Нижний Новгород, 2011. – 51 с.
245. Чубаровский, В.В. Первичная профилактика рискованных форм поведения подростков / В.В. Чубаровский // Гигиена и санитария. – 2009. – № 2. – С. 63–66.
246. Чубаровский, В. В. Клинико-эпидемиологическая характеристика и профилактика психической патологии у лиц подросткового и юношеского возраста : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Чубаровский Владимир Владимирович. – М., 2006. – 48 с.
247. Шайхелисламова, М. В. [и др.] Влияние исходного вегетативного тонуса на состояние гемодинамики младших школьников / М. В. Шайхелисламова [и др.] // Физиология человека. – 2012 — Т. 38. № 4. – С. 89–95.
248. Школа и психическое здоровье учащихся / под ред. С. М. Громбаха. – М. : Медицина, 1988. – 272 с.
249. Шубочкина, Е. И. Качество жизни и проблемы формирования здоровья учащихся учебных заведений начального профессионального образования / Е. И. Шубочкина, С. А. Молчанова, А. В. Куликова // Вестник РАМН. – 2009. – № 5. – С. 37–40.
250. Яковлева, М. С. Автоматизация процесса составления расписания учебных занятий / М. С. Яковлева, Е. Л. Вайтекунене // Решетниковские чтения. – 2016. – № 20. Т. 2. – С. 176–178.
251. Ямбург, Е. А. Управление развитием адаптивной школы / Е. А. Ямбург. – М. : ПЕРСЭ-Пресс, 2004. – 366 с.
252. Ямпольская, Ю. А. Физическое развитие школьников г. Москвы к началу XXI века / Ю. А. Ямпольская // Альманах «Новые исследования». – 2004. – № 1-2 (6-7) – С. 441–442.
253. Яцковская, Н. Я. Особенности формирования позы школьников при работе с планшетом и ноутбуком / Н. Я. Яцковская, С. Н. Джуриная, Е. С. Шкарбан // Вопросы школьной университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 3. – С. 60–61.
254. Яцышена, Т. Л. Физиолого-гигиеническая оценка влияния обучения в гимназии на организм 13–15-летних подростков, учащихся 8–9-х классов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Яцышена Татьяна Леонидовна. – Волгоград, 1998. – 15 с.
255. Camle, A. Obesity and health risk of children in the Mississippi Delta / A. Camle, D. Waddell, M. A. Ford // Journal of School Health. – 2012. – № 10. – P. 478–483.
256. Chung-Do, J. J. Developing a Comprehensive School Connectedness Scale for Program Evaluation / J. J. Chung-Do, D. A. Goebert, J. Y. Chang, F. Hamagani // Journal of School Health. – 2015. – N 85. – P. 179–188. – DOI: 0.1111/josh.12237.

257. Cochrane, A. L. Validation of screening procedures / A. L. Cochrane, W. W. Holland // *British Medical Bulletin*. – 1971. – № 27 (1). – P. 3–8.
258. Comiskey, C. M. Baseline results of the first healthy schools evaluation among a community of young, irish, urban disadvantaged children and a comparison of outcomes with international norms / C. M. Comiskey, K. O'Sullivan, M. B. Quike, et al. // *Journal of School Health*. – 2012. – № 11. – P. 508–513.
259. Cooper, P. A coordinated school health plan Text / P. Cooper // *Educational leadership: J. of the Assoc. for supervision and curriculum Development*. – 2005. – Vol. 63. № 1. – P. 32–36.
260. Currie, C. Health and Behaviour among Young People / C. Currie, et al. // *WHO Policy Series: Health policy for children and adolescents. International Report*. Copenhagen, Denmark, 2000. – 132 p.
261. Currie, C. Young People Health in Context / C. Currie, et al. // *WHO Policy Series: Health policy for children and adolescents. International Report*. Copenhagen, Denmark. 2004. – 237 p.
262. Гігієнічні проблеми збереження здоров'я дітей в сучасних умовах реформування освіти в Україні / А. М. Сердюк, Н. С. Полька, Г. М. Еременко та ін. // *Гігі на населених місць: Збірник наукових праць*. – Київ, 2004. – Вип. 43. – С. 402–406.
263. Godning Edward, C. J. Children and computer use: the impact en learning and visual development / C. J. Godning Edward // *Behav. Optom*. – 2002. – № 5. – P. 115–118, 139.
264. Do, Y. K. The associations between self-reported sleep duration and adolescent health outcomes: what is the role of time spent on Internet use? / Y. K. Do, E. Shin, M. A. Bautista, K. Foo // *Sleep Med*. – 2013. – N 14 (2). – P. 195–200.
265. Gorodzinsky, A. Y. School functioning and chronic pain: a review of methods and measures / A. Y. Gorodzinsky, K. R. Hainsworth, S. J. Weisman // *J. Pediatr. Psychol*. – 2011. – № 10. – P. 991–1002/
266. Дрейвс, У. Организация урока : пособие для учителя / У. Дрейвс, Э. Фурманн; пер. с нем. – М. : Просвещение, 1984. – 128 с.
267. Edraki, M. The Relationship Between Academic Motivation and General Health and the Effective Factors on This Relationship in Female High School Students / M. Edraki, N. Parvizi, S. Montaseri, S. Pourahmad // *International Journal of School Health*. – 2017. – № 4 (1). – e 39712. – DOI: 10.17795/intjsh-39712.
268. Heimans, H. Implications of chronic diseases with school aged children and adolescents / H. Heimans // *15-th Congress of the European Union for School and University and Medicine “EUSUHM-2009” Youth Health Care in Europe. Guaranteeing equal access to care for all young people*. 23–25 September 2009, Leiden, The Netherlands. – P. 28.

269. Hepsen, I. F. The effect of reading and near-work on the development of myopia in emmetropic boys: a prospective, controlled, three-year follow-up study / I. F. Hepsen, C. Evereklioglu, H. Bayramlar // *Vision Res.* – 2001. – Vol. 41. № 9. – P. 2511–2520.
270. Huhman, M. Effect of a mass media campaign to increase physical activity among children: year-1 results of the VERB campaign / M. Huhman, L. D. Potter, F. L. Wong, et al. // *Pediatrics.* – 2005, Aug. – № 116 (2). – P. 277–284.
271. Hunter, J. P. The positive psychology of interested adolescents / J. P. Hunter, J. Minaly // *Youth and Adolescence.* – 2003. – № 1. – P. 27–35.
272. Inequalities in young people's health / Health behavior in school-aged children. International report from the 2005/2006 survey. Scotland, 2008. – 207 p.
273. Isik, U. ... / U. Isik, A. Topuzoglu, P. Ay, et al. // *Headache.* – 2009. – Vol. 49, N 5. – P. 697–703.
274. Katibeh, P. A Survey of the Suicidal Attempt Risk Factors in Adolescents in Southern Iran / P. Katibeh, S. Inaloo, N. Shokrpour, et al. // *Int. J. School Health.* – 2018. – № 5(1). – e12783. – DOI: 10.5812/intjsh.12783.
275. Kimball, Ch. P. Stress and psychosomatic illness / Ch. P. Kimball // *J. Psychosom. Res.* – 1982. – Vol. 26 – P. 63–71.
276. Lai, H.-R. A Comparison of Actual and Preferred Classroom Environments as Perceived by Middle School Students / H.-R. Lai, W.-L. Chou, N.-F. Miao, et al. // *Journal of School Health.* – 2015. – N 85. – C. 388–397. – DOI: 10.1111/josh.12263.
277. Largo, R. H. Neuromotor development from 5–18 years / R. H. Largo, J. A. Caflisch, F. Hug // *Dev. Med. Child. Neurol.* – 2001. – Vol. 43. № 7. – P. 444–453.
278. Lavidor, M. How sleep is related to fatigue / M. Lavidor, A. Weller, H. Babkoff // *Brit. J. Health Psychol.* – 2003. – T. 8. № 1. – P. 95–105.
279. Marino, C. Computer Use, Sleep Difficulties, and Psychological Symptoms Among School-Aged Children: The Mediating Role of Sleep Difficulties / C. Marino, A. Vieno, M. Lenzi, et al. // *International Journal of School Health.* – 2017. – № 4 (1). – e32921. – DOI: 10.17795/intjsh-32921.
280. Marx, R. Later school start times for supporting the education, health, and well-being of high school students / R. Marx, E. E. Tanner-Smith, C. M. Davison, et al. // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2017. – № 7. – C. 3–7: CD009467.
281. Marti, B. Relation between leisure time exercise and cardiovascular risk factors among 15-year-olds in eastern Finland / B. Marti, E. Vartiainen // *J. Epidemiol. and Community Health.* – 1989. – V. 43. № 3. – P. 228–233.

282. Моїсеєнко, Р. О. Здоров'я дітей шкільного віку та першочергові заходи з метою його поліпшення / Р. О. Моїсеєнко // Охорона здоров'я України. – 2002. – № 3-4 (6-7). – С. 7–11.
283. Novello, A. C. Healthy Children Ready to Learn: An Essential Collaboration Between Health and Education / A. C. Novello, C. DeGraw, D. V. Kleinman // Public Health Reports. – 1992. – Vol. 107, № 11. – P. 3–10.
284. Nuutinen, T. Computer use, sleep duration and health symptoms: a cross-sectional study of 15-year olds in three countries / T. Nuutinen, E. Roos, C. Ray, et al. // Int. J. Public Health. – 2014. – № 59 (4). – P. 619–628.
285. Платонова, А. Г. Оцінка впливу роботи з електронними та паперовими підручниками на психологічний статус школярів за методом Люшера / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковська, С. М. Джурінська [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2013. – Вип. 61 – С. 323–328.
286. Платонова, А. Г. Особливості формування робочої пози школярів при роботі з різними типами комп'ютерної техніки / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковська, С. М. Джурінська [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2014. – Вип. 63 – С. 255–263.
287. Полька, Н. С. Оновлення гігієнічних вимог до використання в навчальних закладах сучасних засобів інформаційних технологій / Полька Н. С., Платонова А. Г. // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2015. № 4 (124) . – С. 3–5.
288. Полька, Н. С. Наукове обґрунтування гігієнічних регламентів використання планшетів та ноутбуків у школі / Полька Н. С., Платонова А. Г., Яцковська Н. Я. [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2015. – Вип. 65 – С. 208–218.
289. Raffle, A. E. Screening: evidence and practice / A. E. Raffle, J. A. M. Gray. – Oxford University Press, 2007.
290. Редчщ, М. А. Гігієнічне обґрунтування комплексної програми оптимізації навчальної діяльності учнів молодшого шкільного віку у школі-лицейі : аатореф. диссерт. на здобуття наукового ступеня канд. мед. наук. – Киев, 2003. – 20 с.
291. Rosen, L. D. Media and technology use predicts ill-being among children, preteens and teenagers independent of the negative health impacts of exercise and eating habits / L. D. Rosen, A. F. Lim, J. Felt, et al. // Comput. Human. Behav. – 2014. – № 35. – P. 364–375.
292. Youth Health Care in Europe. Guaranteeing equal access to care for all young people. 23–25 September 2009, Leiden, The Netherlands. – P. 225.
293. Sundaravadhanan, G. Classroom listening conditions in indian primary schools: a survey of four schools / G. Sundaravadhanan, H. G. Selvarajan, B. McPherson // Noise Health. – 2017. – Vol. 19, № 86. – P. 31–40.

294. Šunjera N., Vrdoljak A. School-aged children, time spend watchining TV, playing computer and play-station games / N. Šunjera, A. Vrdoljak // 15-th Congress of the European Union for School and University and Medicine “EUSUHM–2009” Youth Health Care in Europe. Guaranteeing equal access to care for all young people. 23–25 September 2009, Leiden, The Netherlands. – P. 198.
295. Suris, J-C. Chronically Connected? Internet Use Among Adolescents With Chronic Conditions / J-C. Suris, Ch. Akre, A. Berchtold // Journal of Adolescent Health. – 2010. – Vol. 46. – P. 200–202.
296. Sekhar, D. L. Certified School Nurse Perspectives on State-Mandated Hearing Screens / D. L. Sekhar, J. S. Beiler, E. W. Schaefer, et al. // J. School. Health. – 2016. – N 86. – P. 612–619. – DOI:10.1111/josh.12415.
297. Takeuchi, H. The Impact of Television Viewing on Brain Structures: Cross-Sectional and Longitudinal Analyses / H. Takeuchi, Y. Taki, H. Hashizume, et al. // Cereb. Cortex. – 2015. – № 25 (5). – P. 1188–1197.
298. Takeuchi, H. Impact of videogame play on the brain’s microstructural properties: cross-sectional and longitudinal analyses / H. Takeuchi, Y. Taki, H. Hashizume, et al. // Mol. Psychiatry. – 2016. Jan 5. – URL: <http://www.nature.com/mp/journal/vaop/ncurrent/full/mp2015193a.html>.
299. Thomee, S. Computer use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults-a prospective cohort study / S. Thomee, A. Harenstam, M. Hagberg // BMC Psychiatry. – 2012. – № 12. – P. 176.
300. Tollit, M. Measuring School Functioning in Students With Chronic Fatigue Syndrome: A Systematic Review / M. Tollit, J. Politis, S. Knight // J. Sch. Health. – 2018. – № 88 (1). – P. 74–89.
301. Turner, L. Geographic variations in elementary school-based physical activity practices / L. Turner, F. J. Chaloupka, S. J. Slater // Journal of School Health. – 2012. – №7. – P. 307–310.
302. Ventegodt, S. Lifestyle, quality of life, and health / S. Ventegodt, J. Merrick // Sei. World J. – 2003. – № 22(3). – P. 811–825.
303. WHO. Health and Development Through Physical Activity and Sport, Geneva: World Health Organization, 2004. – P. 1.
304. Ward, S. Association Between School Policies and Built Environment, and Youth's Participation in Various Types of Physical Activities / S. Ward, M. Bélanger, D. Donovan, et al. // Journal of School Health, 2015. – N 85. – P. 423–432. – DOI: 10.1111/josh.12273.
305. Wald, N. J. When can a risk factor be sed as a worthwhile screening test? / N. J. Wald, A. K. Hackshaw, C. D. Frost // British medical journal. – 1999. – № 319 (7224). – P. 1562.
306. Wilson, J. M. G. Principles and practice of screening for disease / J. M. G. Wilson, G. Jungner. – Geneva : WHO, 1968. – URL: <http://www.who.int/bulletin/volumes/86/4/07-050112BP.pdf>.

307. Zivicnjak, M. France D. Analysis of cognitive and motor functioning during pubertal development: a new approach / M. Zivicnjak, M. Zebec, D. France // J. Physiol. Anthropol. Appl. Human. – 2001. – Vol. 20. № 3.– P. 111–118.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А Анкета для педагогов

#### АНКЕТА (для педагогов)

Ваше участие в опросе поможет получить важную информацию о влиянии занятий с использованием интерактивных досок (ИД) на здоровье. Внимательно прочитайте вопрос и подчеркните нужный ответ. Надеемся на искренние ответы и благодарим за участие в опросе.

Школа..... Предмет, который Вы ведете.....

Модель интерактивной доски, с которой Вы работаете.....

1. Сколько времени (в среднем) Вы используете ИД на уроке?  
– не более 15 мин., – 25–30 мин, – в течение всего урока
2. Какова средняя продолжительность непосредственной работы учащихся с ИД?  
– не более 5 мин, – около 10 мин, – 15 мин., – другая \_\_\_\_\_ (укажите)
3. По Вашему мнению, при использовании ИД информационная емкость урока:  
– увеличивается – уменьшается – не меняется
4. Повышает ли использование ИД учебную мотивацию учащихся?  
– да, – нет, – затрудняюсь ответить
5. Использование ИД на уроках позволяет уменьшить объем домашних заданий?  
– да, – нет, – затрудняюсь ответить
6. Сопровождается ли, по Вашему мнению, использование ИД повышением утомления учащихся?  
– да, – нет, – затрудняюсь ответить
7. Замечаете ли Вы появление жалоб на самочувствие у детей после использования ИД?  
– нет, – затрудняюсь ответить, – если да, то укажите, что именно  
– головные боли; – чувство тяжести в голове;  
– боли в области глаз; – ощущение мельканий перед глазами;  
– расплывчатость изображения; – другое \_\_\_\_\_
8. Вызывает ли работа с ИД усталость глаз у учащихся?  
– да, – нет, – иногда
9. Испытываете ли Вы дискомфорт при работе с ИД?  
– нет, – изредка, – постоянно
10. Возникает ли у Вас ухудшение самочувствия после работы с ИД?  
– нет – затрудняюсь ответить, – если да, то укажите, что именно  
– головные боли; – чувство тяжести в голове;  
– боли в области глаз; – ощущение мельканий перед глазами;  
– расплывчатость изображения; – другое \_\_\_\_\_
11. Какие факторы, на Ваш взгляд, могут оказать негативное влияние на Ваше самочувствие и самочувствие учащихся (можно указать несколько факторов)?  
– яркое свечение доски; – повышение температуры воздуха;  
– интенсификация обучения; – воздействие статического электричества;  
– электромагнитные излучения; – шум;  
– другое \_\_\_\_\_

## Приложение Б

### Анкета для учащихся

#### Анкета

Учащегося \_\_\_\_\_ класса \_\_\_\_\_ школы № \_\_\_\_\_

1. Нравится ли тебе, когда учитель использует на уроке интерактивную доску?

- А) да
- Б) нет, лучше урок без использования доски
- В) все равно, не имеет значения

2. Если тебе нравится использование интерактивной доски, то почему:

- А) урок становится более интересным
  - Б) урок становится более понятным
  - В) хочется поработать с доской
  - Г) меньше волнуешься на уроке
  - Г) другое (напишите) \_\_\_\_\_
- 

3. Что затрудняет твою работу с интерактивной доской?

- А) наличие бликов на поверхности экрана
- Б) недостаточная контрастность изображения на экране
- Г) шум от проектора
- Д) высокое расположение доски
- Е) свет от видеопроектора
- Ж) неудобство пишущего инструмента;
- З) другое (напиши) \_\_\_\_\_

4. Возникновение какого (каких) из симптомов ты можешь отметить у себя после урока с использованием интерактивной доски?

- А) головные боли
- Б) чувство тяжести в голове
- В) боли в области глаз
- Г) ощущение мельканий перед глазами
- Д) расплывчатое изображения предметов вдали
- Ж) слезотечение

Отметь, если есть нечто другое, не указанное выше: \_\_\_\_\_

---

---

---

Спасибо за ответы!

## Приложение В

### Анкета для оценки гигиенической рациональности школьного урока

#### АНКЕТА

Уважаемые *педагоги!* Цель нашего исследования изучить, как с физиолого-гигиенических позиций организован урок в современной школе. Ваши ответы будут использованы только для научных исследований. Пожалуйста, охарактеризуйте проведенный Вами урок.  
Заранее благодарны за участие в нашем опросе!

Город \_\_\_\_\_ Школа \_\_\_\_\_ Предмет \_\_\_\_\_ Класс \_\_\_\_\_

1. Какова, в среднем, плотность обычно проводимого Вами урока (% времени, затраченного школьниками непосредственно на учебную работу) – подчеркните:

а. менее 60%    б. 60–80%    в. 85–90%    г. более 90% времени урока

2. Какое количество видов учебной деятельности (письмо, чтение, слушание, рассказ, рассматривание наглядных пособий, ответы на вопросы и т.д.), как правило, можно выделить на Вашем уроке? (подчеркните):

а. 1-2 вида учебной деятельности    б. 2-3 вида    в. 4–7 видов    г. более 7

3. Какова средняя продолжительность каждого вида учебной деятельности? (подчеркните):

а. 10 мин и менее    б. 11–15 мин    в. более 15 минут

4. Присутствуют ли эмоциональные разрядки на Вашем уроке (поговорка, знаменитое высказывание, музыкальная минутка, юмористическая картинка и т.д.)? – подчеркните:

а. ДА    б. НЕТ

Если ДА, то укажите количество эмоциональных разрядок на Ваших уроках?

а. 1 разрядка    б. 2-3 разрядки    в. нет    г. другое (напишите) \_\_\_\_\_

7. Используются ли электронные средства обучения, такие как: компьютеры, ноутбуки, интерактивные доски, другие электронные устройства (напишите, какие) \_\_\_\_\_

в процессе Вашего урока? (Подчеркните):

а. ДА    б. НЕТ

Если ДА, то укажите:

– примерную непрерывную длительность их использования за урок (в минутах) \_\_\_\_\_

– примерную (суммарную за урок) длительность их использования в минутах \_\_\_\_\_

8. Проводятся ли на Вашем уроке физкультминутки? (подчеркните):

а. ДА    б. НЕТ

Если ДА, то укажите их содержание и продолжительность (выберите ответ):

а. два раза    б. один раз за урок    в. не проводится.

Если проводится, то укажите (примерно) на какой/каких минуте урока \_\_\_\_\_

Продолжительность упражнений \_\_\_\_\_

9. Ваши замечания и пожелания в рамках изучаемой проблемы? \_\_\_\_\_

**Спасибо за ответы!**

## Приложение Г

### Анкеты для определения трудности учебных предметов в условиях цифровой среды

#### Г.1. Анкета (для учащихся 2–4-х классов)

Анкета (для учащихся 2–4-х классов)  
НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» МЗ РФ

Ребята! Цель нашего исследования изучить, как влияют уроки по различным предметам на Ваше самочувствие. В связи с этим просим внимательно прочитать и ответить на каждый вопрос. Ваши ответы будут использованы только для научных исследований. Заранее благодарны за участие в нашем опросе и надеемся на правдивость Ваших ответов.

Город \_\_\_\_\_ Школа \_\_\_\_\_ Класс \_\_\_\_\_ Мальчик/девочка (подчеркните)

1. Как Вы относитесь к учебе (выберите один из ответов)?

- 1) *неприняженно, как к тяжелой, принудительной обязанности*
- 2) *равнодушно*
- 3) *заинтересованно*
- 4) *увлеченно*

2. Оцените в баллах перечисленные ниже учебные предметы от наименее трудного для Вас (1 балл) до наиболее трудного (10 баллов). Баллы не должны повторяться!

Русский язык \_\_\_\_\_ Музыка \_\_\_\_\_ Технология \_\_\_\_\_  
Иностранный язык \_\_\_\_\_ Физкультура \_\_\_\_\_ Окруж. мир \_\_\_\_\_  
Математика \_\_\_\_\_ ИЗО \_\_\_\_\_ Чтение \_\_\_\_\_  
ОРКСЭ (основы религиозной культуры и светской этики) \_\_\_\_\_

Если в перечне указаны не все изучаемые Вами учебные предметы, то дополните их и также оцените в баллах \_\_\_\_\_

3. Какой (или какие) из перечисленных предметов Вам нравится меньше всего? (напишите) \_\_\_\_\_

4. Почему не нравится указанный Вами предмет? (обведите один или несколько ответов)

- 1) *сложный предмет*
- 2) *большой объем информации на уроке*
- 3) *не нравится учитель*
- 4) *не нравится, как организовано занятие*
- 5) *трудно, так как новый предмет, новые знания*
- 6) *другие причины (напишите какие)* \_\_\_\_\_

5. Какой (какие) из учебных предметов для Вас наиболее утомителен? (напишите) \_\_\_\_\_

6. Укажи, сколько времени (в часах) в день обычно ты тратишь на приготовление домашних заданий:

– по литературе \_\_\_\_\_ – по математике \_\_\_\_\_ – по физике \_\_\_\_\_  
– по иностранному яз. \_\_\_\_\_ – по окружающему миру \_\_\_\_\_ – по ОРКСЭ \_\_\_\_\_  
– по математике \_\_\_\_\_ – по чтению \_\_\_\_\_

7. Какие оценки чаще встречаются в твоём дневнике (5, 4, 3, 2), напиши:

– по русскому языку \_\_\_\_\_ – по чтению \_\_\_\_\_ – по иностранному языку \_\_\_\_\_ – по математике \_\_\_\_\_

8. Ваши пожелания по поводу расписания уроков, проведения занятий и т.п. \_\_\_\_\_

СПАСИБО ЗА ОТВЕТЫ!

## Г.2. Анкета (для учащихся 5–9-х классов)

Анкета (для учащихся 5–9-х классов)  
 НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» МЗ РФ

Ребята! Цель нашего исследования изучить, как влияют уроки по различным предметам на Ваше самочувствие. В связи с этим просим внимательно прочитать и ответить на каждый вопрос. Ваши ответы будут использованы только для научных исследований. Заранее благодарны за участие в нашем опросе и надеемся на правдивость Ваших ответов.

Город \_\_\_\_\_ Школа \_\_\_\_\_ Класс \_\_\_\_\_ Мальчик/девочка (подчеркните)

1. Как Вы относитесь к учебе (выберите один из ответов)?

- 1) *неприняженно, как к тяжелой, принудительной обязанности*
- 2) *равнодушно*
- 3) *заинтересованно*
- 4) *увлеченно*

2. Оцените в баллах перечисленные ниже учебные предметы от наименее трудного для Вас (1 балл) до наиболее трудного (10 баллов). Баллы не должны повторяться!

<i>Русский язык</i> _____	<i>Информатика и ИКТ</i> _____	<i>Музыка</i> _____
<i>Литература</i> _____	<i>География</i> _____	<i>Технология</i> _____
<i>Иностранный язык</i> _____	<i>Физика</i> _____	<i>Физкультура</i> _____
<i>Алгебра</i> _____	<i>Биология</i> _____	<i>ОБЖ</i> _____
<i>Геометрия</i> _____	<i>Химия</i> _____	<i>Обществознание</i> _____
<i>ИЗО</i> _____	<i>Экономика</i> _____	<i>История</i> _____

*Второй иностранный язык (если есть)* \_\_\_\_\_

Если в перечне указаны не все изучаемые Вами учебные предметы, то дополните их и также оцените в баллах \_\_\_\_\_

3. Какой (или какие) из перечисленных предметов Вам нравится меньше всего? (напишите) \_\_\_\_\_

4. Почему не нравится указанный Вами предмет? (обведите один или несколько ответов)

- 1) *сложный предмет*
- 2) *большой объем информации на уроке*
- 3) *не нравится учитель*
- 4) *не нравится, как организовано занятие*
- 5) *трудно, так как новый предмет, новые знания*
- 6) *другие причины (напишите какие)* \_\_\_\_\_

5. Какой (какие) из учебных предметов для Вас наиболее утомителен? (напишите) \_\_\_\_\_

6. Укажи, сколько времени (в часах) в день обычно ты тратишь на приготовление домашних заданий:

-по литературе _____	-по алгебре _____	-по геометрии _____	-по физике _____
- по химии _____	-биологии _____	-по иностранному яз. _____	-по биологии _____
- по чтению _____	-по истории _____		

7. Укажи, сколько времени (в часах) в день обычно ты тратишь на приготовление домашних заданий:

- по литературе _____	- по алгебре _____	- по геометрии _____
- по физике _____	- по химии _____	- по биологии _____
по чтению _____	- по истории _____	- по иностранному яз. _____

8. Какие оценки чаще встречаются в твоём дневнике (5, 4, 3, 2), напиши:

- по русскому языку _____	- по литературе (чтению) _____	- по иностранному языку _____
- по алгебре _____	- по геометрии _____	

9. Ваши пожелания по поводу расписания уроков, проведения занятий и т.п. \_\_\_\_\_

СПАСИБО ЗА ОТВЕТЫ!

### Г.3. Анкета (для учащихся 1-го класса)

#### Анкета (для учащихся 1-го класса)














Ребята!

1. Ниже перечислены все уроки, которые у Вас проходят в 1-м классе.

Русский язык \_\_\_\_\_ Музыка \_\_\_\_\_ Математика \_\_\_\_\_  
 Чтение \_\_\_\_\_ Технология \_\_\_\_\_ Окруж. мир \_\_\_\_\_  
 Английский язык \_\_\_\_\_ Физкультура \_\_\_\_\_ ИЗО \_\_\_\_\_

Подумайте, насколько для вас являются трудными эти уроки и отметьте с помощью смайликов трудность около каждого урока.

Давайте договоримся, что отметим:

Очень-очень трудные уроки	–			
Очень трудные уроки	–			
Трудные уроки	–			
Не трудные и не легкие уроки	–			
Легкие уроки	–			
Очень легкие уроки	–			
Очень-очень легкие уроки	–			

2. Какие оценки чаще встречаются в Вашем дневнике (подчеркните): 5, 4, 3, 2

3. Как Вы относитесь к учебе (выберите один из ответов)?

- 1) *неприняженно, как к тяжелой, принудительной обязанности*
- 2) *равнодушно*
- 3) *заинтересованно*
- 4) *увлеченно*

СПАСИБО ЗА ОТВЕТЫ!