На правах рукописи

ЛУКЬЯНОВ СЕРГЕЙ ЭДУАРДОВИЧ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

3.2.1. Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Казань – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:
Сетко Нина Павловна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела гигиены детей, подростков и молодежи федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора

Официальные оппоненты:
Банникова Людмила Павловна – доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой общей гигиены федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Лапонова Евгения Дмитриевна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры гигиены детей и подростков федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»

Защита диссертации состоится «17» декабря 2026 г., в 12:00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.061.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 49)

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России по адресу: 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49 и на сайте организации: https://kazangmu.ru

Автореферат разослан «____»_____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент Елена Анатольевна Тафеева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Активная трансформация системы общего образования из традиционной формы обучения в инновационную в условиях цифровой образовательной среды (ЦОС) привела к активному взаимодействию учащихся различных возрастных групп с электронными средствами обучения (ЭСО) и сформировала новые риски их здоровью. Гиперинформатизация учебной деятельности, избыточный объем когнитивных нагрузок выраженной интенсивности, активное использование в процессе обучения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) требует высокой функциональной подвижности нервных процессов, устойчивой концентрации внимания и постоянного его переключения с одного вида деятельности на другой (Сетко Н.П. с соавт., 2018-2024 гг.; Саньков С.В. с соавт., 2019).

Внедрение в образовательный процесс новых ЭСО требует обоснования их безопасности для здоровья обучающихся, а быстрая модернизация определяет необходимость гигиенической их оценки (Григорьев О.А., 2022). Недостаточная нормативная база использования ЭСО формирует ряд проблем, связанных с их влиянием на состояние здоровья учащихся, в том числе на донозологическом уровне. Увеличение объема использования ЭСО и интенсификация информационной и психоэмоциональной нагрузки обуславливает переосмысление процесса гигиенической оптимизации обучения в условиях ЦОС и требует научного обоснования профилактических мероприятий на популяционном и персонализированном уровнях для обеспечения безопасности жизнедеятельности (БЖ) в ЦОС.

Вместе с тем, несмотря на пристальное внимание к проблеме цифровизации современной системы образования, отсутствует достаточная доказательная база, структурированная по факторам и источникам, влияющим на функционирование основных систем, задействованных в учебном процессе; не установлены особенности формирования биологической и психологической адаптации у учащихся различных возрастных групп и ступеней образования; малочисленны данные о стрессогенности ЦОС и ее значении в развитии феномена интернет-зависимости (ИЗ).

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время изучены отдельные факторы риска внутришкольной среды образовательных организаций (ОО) инновационного типа, такие как параметры микроклимата и освещения; высокие уровни учебной нагрузки и ее нерациональное распределение; уровни электромагнитных полей (ЭМП) от персональных компьютеров (ПК) (Кучма В.Р. с соавт., 2018-2021; Сетко Н.П. с соавт., 2019; Александрова И.Э., 2020; Сетко А.Г. с соавт., 2021), однако отсутствуют данные по гигиенической оценке уровней пульсации и яркости экранов ЭСО и их влияния на организм учащихся.

Проведенные исследования по оценке продолжительности использования ЭСО различного типа в учебной и во внеурочной деятельности и риска развития ИЗ у обучающихся реализованы с применением различных методик,

что не дает возможности для сравнения данных учащихся начального, среднего и старшего звена (Скоблина Н.А. с соавт., 2017; Лапонова Е.Д., 2018; Александрова И.Э., 2018; Милушкина О.Ю. с соавт., 2019, Сетко Н.П. с соавт., 2019-2021, Богомолова Е.С. с соавт., 2020, Лангуев К.А., 2024).

Представлены единичные исследования по оценке ответной реакции функциональных систем организма учащихся, задействованных при работе с ИКТ (Сетко Н.П. с соавт., 2020, 2021).

Цель исследования – разработка системы мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности и предупреждению нарушений здоровья школьников, связанных с использованием информационно-коммуникационных технологий на основе гигиенической и психофизиологической оценки влияния факторов цифровой образовательной среды.

Задачи исследования:

1. Дать гигиеническую характеристику факторов, формирующих ЦОС.
2. Количественно оценить продолжительность использования ЭСО и их роль в формировании жизнедеятельности учащихся в учебной и во внеурочной деятельности.
3. Провести оценку функционального состояния центральной, вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем организма учащихся, задействованных при работе с ИКТ.
4. Провести оценку комплексного влияния факторов ЦОС на психическое здоровье учащихся с оценкой риска развития ИЗ.
5. На основании корреляционного анализа установить зависимость между изменением функционального состояния основных систем организма и факторами ЦОС, на основании чего разработать интегральную шкалу БЖ учащихся и систему профилактических мероприятий по обеспечению безопасности ЦОС.

Научная новизна

Научно обоснован и сформулирован комплекс факторов риска ЦОС, включающий высокие уровни учебных нагрузок с использованием ЭСО и их нерациональное распределение; напряженность учебного процесса за счёт высоких интеллектуальных и сенсорных нагрузок; повышенную искусственную освещённость в вертикальной плоскости экранов ПК; наличие яркости, пульсации экранов и ЭМП.

Установлено, что доля времени использования ЭСО была наибольшей в учебной деятельности учащихся старшего звена и составляла 54,1% от общего времени учебной нагрузки, тогда как у учащихся среднего и начального звена 30,6% и 28,1% соответственно.

Доказано, что комплексное влияние факторов ЦОС приводит к изменению функционирования центральной, вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем за счет напряжения систем регуляции, сопровождающихся избыточным вегетативным обеспечением, что в совокупности приводит к снижению адаптационных резервов организма у 82,4% учащихся начального, у 77,8% учащихся среднего и у 85,5% учащихся старшего звена; а также умственной работоспособности у 41,5%, у 29,1% и у 18,9% учащихся

соответственно.

Выявлены общие закономерности формирования приспособительной деятельности учащихся и их особенности в зависимости от возраста, длительности работы с ЭСО, уровней факторов ЦОС, что подтверждается развитием дезадаптации с истощением регуляторных систем у 13,1% учащихся начального звена, у 12,0% учащихся среднего звена и у 9,7% старшеклассников.

Получены новые данные об особенностях развития стресса, тревожности и негативных эмоциональных переживаний (НЭП): наибольшее число учащихся, испытывающих высокий уровень тревожности (33,9%) и НЭП (46,8%), выявлено у старшеклассников, а также высокий уровень стресса у 3,5% учащихся среднего звена и у 1,7% младших школьников.

Показано, что длительное использование ЭСО приводит к развитию ИЗ у 2,7% старшеклассников и склонности к ИЗ у 22,7% учащихся начального, у 17,6% учащихся среднего и у 23,3% учащихся старшего звена обучения.

Установлены изменения психофизиологического статуса, развития дезадаптации от многофакторного воздействия ЦОС, что явилось основанием разработки интегральной шкалы и системы мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности и предупреждению нарушений здоровья обучающихся.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в получении новых знаний о факторах, формирующих ЦОС; особенностях их влияния на организм учащихся различных возрастных групп и научном обосновании механизма развития ИЗ.

Полученные данные об особенностях изменения показателей физического и психического здоровья учащихся начального, среднего и старшего звена обучения на донозологическом уровне расширяют знания в области гигиены и определяют механизм формирования безопасного уровня жизнедеятельности учащихся в условиях ЦОС.

На основании установленной зависимости изменения устойчивости нервной реакции, напряжения адаптационных систем, уровней стресса и ИЗ от приоритетных факторов ЦОС научно обоснована система профилактических мероприятий. Разработан интегральный показатель и шкала оценки уровня БЖ учащихся в ЦОС.

Связь с планом научно-исследовательских работ университета и отраслевыми программами

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации согласно плана научно-исследовательской работы по комплексной программе (номер государственной регистрации 123110700005-2 от 01.10.2023).

Методология и методы исследования

Методология исследования базируется на принципах объективности и системности и объединяет современные гигиенические, психофизиологические и статистические методы, обеспечивающие достоверность результатов.

Исследование проведено с соблюдением этических стандартов Хельсинкской декларации (2013), что подтверждено письменным информированным согласием на участие в обследовании и протоколом локального этического комитета ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (№ 322 от 06.09.2023).

Положения, выносимые на защиту:

1. ЦОС формируется за счёт длительного использования ЭСО, являющихся источниками ЭМП, высокого уровня яркости, пульсации и освещенности в вертикальной плоскости экрана ПК, а также высоких уровней интеллектуальных и сенсорных учебных нагрузок, нерационально распределяемых в течение учебного дня и недели.

2. Выявленные особенности изменения функционального состояния центральной, вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем, высокий уровень стресса, тревожности, НЭП, развитие ИЗ и снижение адаптационных резервов организма свидетельствуют о неблагоприятном влиянии факторов ЦОС.

3. Полученные данные корреляционного анализа, установившего связи между факторами риска ЦОС и интегральными показателями функционирования систем организма учащихся, позволили разработать интегральную шкалу безопасности и систему профилактических мероприятий.

Личный вклад автора в исследование

Автором проведен анализ отечественных и зарубежных источников, сбор и статистическая обработка первичного материала, разработка целей, задач, положений, выносимых на защиту, доля личного участия 92%.

Внедрение результатов исследования в практику

Материалы диссертационного исследования используются в практической деятельности Оренбургского областного центра общественного здоровья и медицинской профилактики (Акт внедрения от 22.01.2026); Управления Роспотребнадзора по Оренбургской области (Акт внедрения от 06.03.2026); МОАУ «Гимназия №4» (Акт внедрения от 12.02.2026); МОАУ «Лицей №5 имени Героя РФ А.Ж. Зеленко» (Акт внедрения от 02.04.2026), в преподавании дисциплин «Гигиена детей и подростков» на 5-6-х курсах медико-профилактического факультета и «Гигиена» на 2-3-х курсах педиатрического факультета на кафедре профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Акт внедрения от 23.05.2026).

Представлена база данных «Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции учащихся общеобразовательных организаций г. Оренбурга» (Свидетельство №2024622655 от 19.06.2024); база данных «Показатели функционального состояния центральной нервной системы и работоспособности детей и молодежи на основе простой зрительно-моторной реакции» (Свидетельство №2024623166 от 17.07.2024) и программа для ЭВМ «Оценка социального здоровья и вероятности риска развития дезадаптации учащихся в образовательной среде» (Свидетельство №2025615796 от 07.03.2025).

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Результаты диссертационного исследования доложены на научно-

практических мероприятиях международного и федерального уровней: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Аспирантские чтения» (Самара, 2023, 2025), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Профилактическая медицина» (Санкт-Петербург, 2023), I Всероссийском научном конгрессе с международным участием «Эрисмановские чтения» (Мытищи, 2023), Всероссийской научно-практической конференции «Профилактическая медицина детей и подростков XXI века. Программирование здоровья детского населения» (Оренбург, 2024), научно-практической конференции «Современные аспекты здоровьесбережения» (Минск, 2024), Всероссийской научно-практической конференции «Молодые ученые – науке и практике XXI века» (Оренбург, 2024, 2025).

Апробация проведена на заседании проблемной комиссии «Профилактическая медицина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол №1 от 01.07.2026).

Научные положения диссертации соответствуют разделам паспорта специальности 3.2.1 – Гигиена, пункт 4.

Объём и структура диссертации. Диссертация представлена на 201 страницах, включает введение, 5 глав, заключение, выводы, перспективы дальнейшей разработки темы, практические рекомендации, список сокращений и условных обозначений, список литературы и список иллюстративного материала, дополнена 41 таблицей и 66 рисунками, библиографический указатель насчитывает 245 отечественных и 75 иностранных источника.

Публикации. По материалам исследования опубликовано 17 научных работ, из них 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, в том числе 1 статья в журнале, индексируемом базой данных Scopus, получено 2 свидетельства государственной регистрации базы данных и 1 свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Для выполнения цели и задач исследования проведен комплекс гигиенических, психофизиологических и статистических методов исследований на базе 2 ОО инновационного типа г. Оренбурга (Таблица 1).

Психофизиологические обследования проведены у 344 учащихся начального звена в возрасте 7-10 лет, из них 158 мальчиков и 186 девочек, средний возраст 8,96±0,07 лет (1-я группа); 365 учащихся среднего звена в возрасте 11-14 лет, из них 190 мальчиков и 175 девочек, средний возраст 13,52±0,07 лет (2-я группа); 153 учащихся старшего звена в возрасте 15-17 лет, из них 73 юношей и 80 девушек, средний возраст 16,83±0,1 лет (3-я группа).

В результате проведенных исследований установлено, что показатель относительной влажности воздуха составлял от 14,0% до 58,4% и был ниже гигиенического норматива на 22,0% ученических мест в помещениях учащихся 1-й группы, в помещениях учащихся 2-й и 3-й групп на 16,6% и на 15,2%

ученических мест; искусственная освещённость на экранах ПК в вертикальной плоскости превышала гигиенический норматив на ученических местах учащихся 1-й группы на 123,7%, 2-й и 3-й групп на 69,4% и на 22,0%.

Таблица 1 – Методы и объем выполненных исследований

Методы исследований	Количество объектов исследования	Количество единиц исследования
Гигиенические		
Измерение параметров:		
микроклимата прибором «Метеоскоп-М»	15 учебных комнат, 3 рекреации	378
освещения люксметром-яркометром-пульсметром «ТКА-ПКМ»	15 учебных комнат на 130 ученических местах	324
электрического поля и магнитной индукции в диапазоне частот 45 Гц-55 Гц и 2 кГц-400 кГц прибором «ВЕ-метр»	9 интерактивных досок в учебных кабинетах	54
	на 85 ученических местах, оборудованных ПК	1615
коэффициента пульсации и яркости экранов ПК люксметром-яркометром-пульсметром «ТКА-ПКМ»		170
плотности потока энергии прибором «ПЗ-41»	12 мобильных телефонов	12
Оценка времени использования ЭСО:		
в учебной деятельности хронометражным методом	37 уроков	185
во внеурочной деятельности анкетным методом	300 анкет	14100
Напряжённость учебной деятельности (Кучма В.Р. в соавт., 2015)	34 учебных занятия	782
Организация учебного процесса с учетом распределения трудности учебных предметов в динамике дня и недели согласно шкале трудности учебных предметов (Степанова М.И. с соавт., 2015)	37 расписаний	209
Психофизиологические		
центральная нервная система (вариационная хронорефлексометрия Мороз М.П., 2017)		23940
сердечно-сосудистая и вегетативная нервная система (вариационная пульсометрия)		23940
уровень стресса (шкала психологического стресса «PSM-25» Лемура-Тесье-Филлиона в адаптации Водопьяновой Н.Е., 2009)		15390
уровень тревожности, познавательной активности и НЭП в повседневной и учебной деятельности (опросник Спилбергера Ч.Д. в адаптации Андреевой А.Д., 1988)		
уровень агрессивных и враждебных реакций (опросник А. Басса, А. Дарки, стандартизированного Хваном А.А. с соавт., 2008)		
уровень интернет-зависимости (опросник Жичкиной А.Е., 2017)		
Статистические		
параметрический (t-критерий Стьюдента) и непараметрический метод (U-критерий Манна-Уитни), корреляционный анализ с расчетом критерия корреляции Спирмена (r)		
	∑	81099

Учебная нагрузка с учетом трудности предметов в течение недели распределялась нерационально за счет высокого ее уровня в начале и конце недели, что не соответствовало физиологическому распределению работоспособности.

Напряженность учебного процесса у учащихся 3 исследуемых групп была допустимой; у учащихся 1-й группы интеллектуальные нагрузки были напряженными первой степени (3.1), составляя 2,6±0,12 баллов.

Значение магнитной индукции от ПК составляло от 0,07±0,01 мкТл до 0,16±0,024 мкТл в частотном диапазоне 45 Гц-55 Гц, электрического поля – от 3,39±0,596 В/м до 16,61±2,911 В/м в частотном диапазоне 45 Гц-55 Гц и от 0,41±0,071 В/м до 0,44±0,08 В/м в частотном диапазоне 2к Гц-400 кГц. Полученные значения не превышали предельно допустимый уровень ЭМП для жилых зданий, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных учреждений, однако отсутствие гигиенического норматива ЭМП от ПК на ученических местах не позволяет рассчитать экспозиционную дозу в зависимости от времени пользования ЭСО.

Триггером при работе с ПК являлись показатели коэффициента пульсации от 0,6±0,06% до 1,0±0,05% и яркости экрана от 10,3±0,26 кд/м^2 до 19,3±0,78 кд/м^2, которые сложно оценить ввиду отсутствия норматива.

Доля времени использования интерактивных досок от общего времени использования ЭСО в неделю составляла от 92,9% на уроках учащихся 2-й группы до 97,2% на уроках учащихся 3-й группы. Остальное время учащиеся работали с ПК, наибольшее время использования которых у учащихся 1-й группы было пятницу, у учащихся 2-й группы в среду, а у учащихся 3-й группы в субботу, соответственно составляя 11,2%, 11,2%, и 16,8% от общего суточного времени работы с ЭСО.

Среднее время использования ЭСО на уроке составляло от 13,9±2,06 минут у учащихся 1-й группы до 25,3±2,26 минут у учащихся 3-й группы, при этом наибольшая продолжительность их использования у учащихся 1-й и 2-й групп была на уроке «Разговоры о важном», составляя 31,9±0,94 минут и 32,2±0,56 минут, а у учащихся 3-й группы на уроке «Информатика и ИКТ» 38,0±2,37 минут (Рисунок 1).

Суточная продолжительность времени использования ЭСО у учащихся 1-й и 2-й групп в течение учебной недели распределялась нерационально относительно физиологического распределения работоспособности за счет высокой длительности работы с ЭСО в понедельник, которая составляла 70,7±2 минут и 86,7±3,96 минут (Рисунок 2).

В образовательной деятельности учащихся 3-й группы суммарное время работы с ЭСО в сутки составляло от 110,9±9,88 минут до 146,4±19,8 минут и во все дни кроме субботы превышало допустимую продолжительность их использования на 2,5%-39,1%.

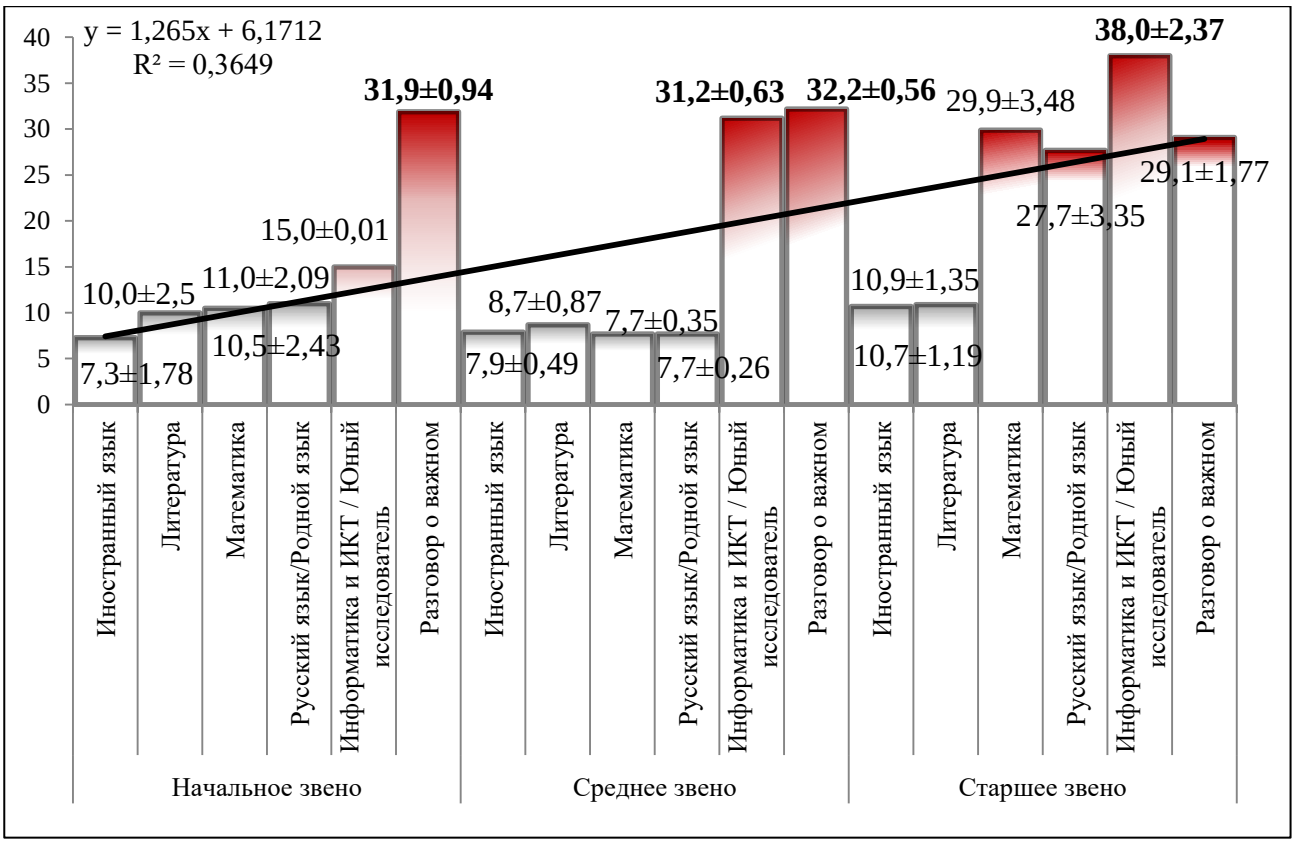


Рисунок 1 – Время использования ЭСО на уроках, минуты

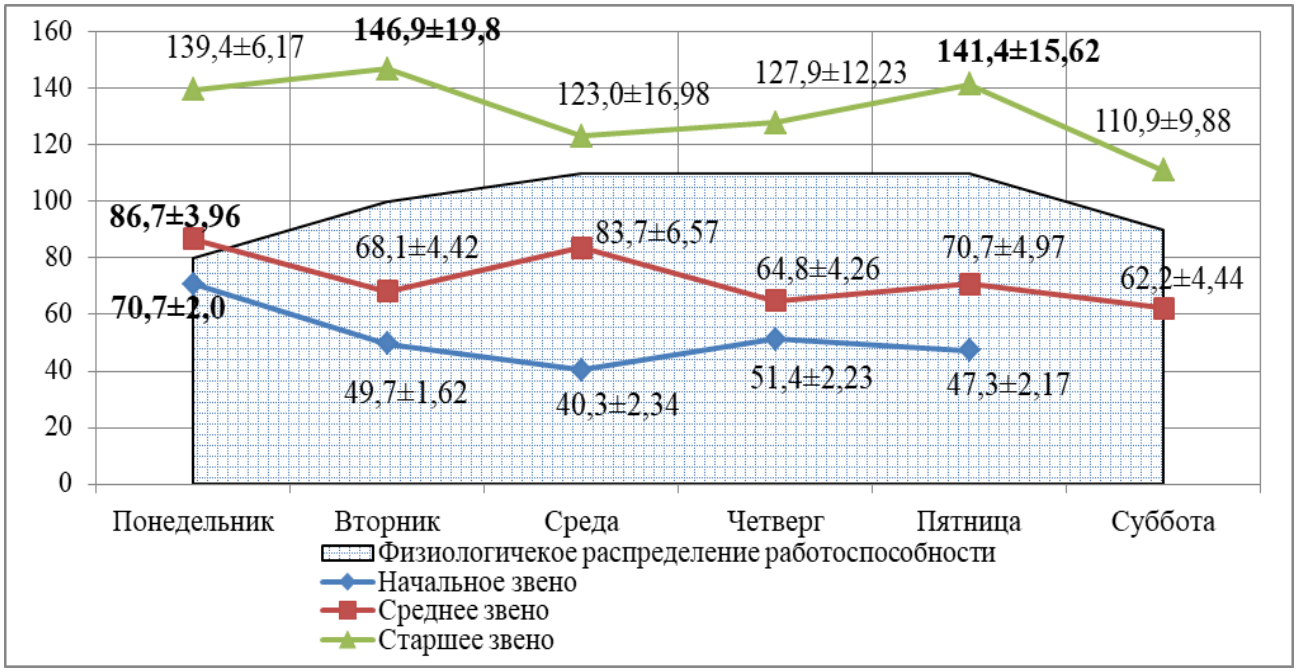


Рисунок 2 – Показатели времени использования ЭСО в течение учебной недели, минуты

Доля суммарного времени работы с ЭСО от общего времени учебной нагрузки в неделю была наибольшей у учащихся 3-й группы, составляя 54,1%, а у учащихся 1-й и 2-й групп 28,1% и 30,6% соответственно (Рисунок 3).

Максимальная доля суммарного времени работы с ЭСО от общего времени учебной нагрузки в сутки у учащихся 1-й и 2-й групп была в

понедельник и составляла 36,4% и 35,5%, а у учащихся 3-й группы во вторник и пятницу, что соответствовало 56,5% и 56,6%.

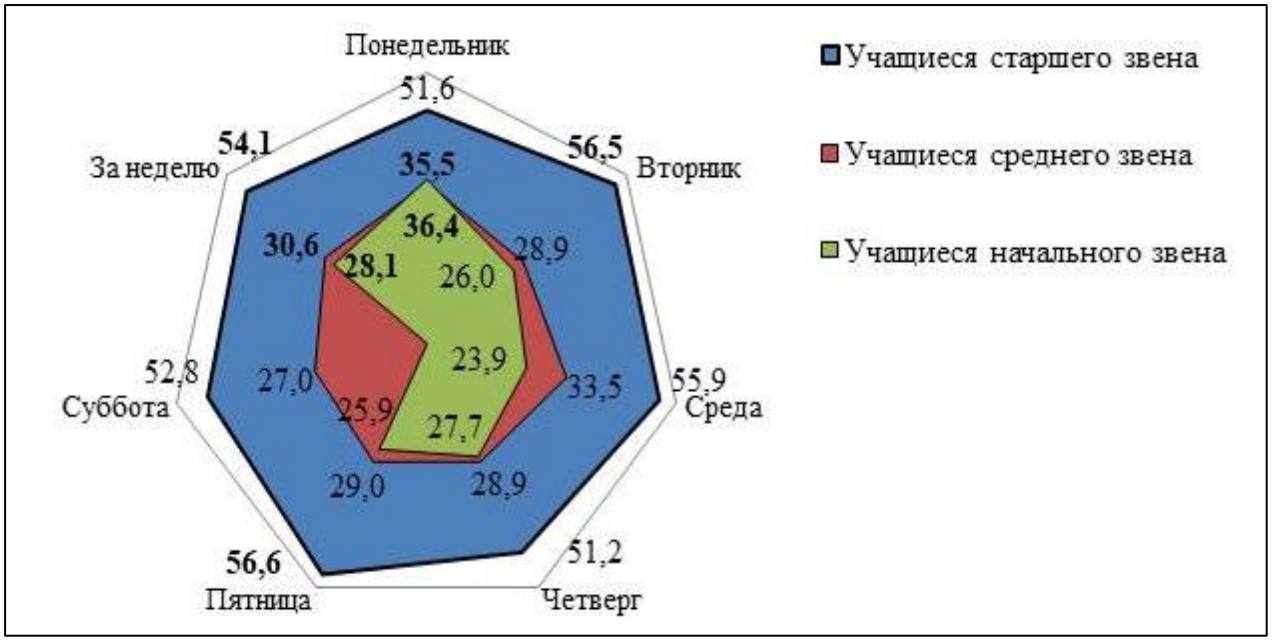


Рисунок 3 – Доля времени использования ЭСО от общего учебного времени,%

Во внеурочной деятельности суточная продолжительность использования ЭСО составляла 4,4±0,16 часа у учащихся 1-й группы, 6,2±0,21 часа у учащихся 2-й группы и 9,3±0,64 часа у учащихся 3-й группы.

Учащиеся 1-й и 2-й групп больше всего времени работали с мобильными телефонами (МТ), а учащиеся 3-й группы с планшетами и МТ (Таблица 2).

Суммарное время работы с ЭСО в учебной и внеурочной деятельности было наибольшим у учащихся 3-й группы, составляя 11,6 часов, а у учащихся 2-й и 1-й групп обучения 7,4 часа и 5,3 часа.

Таблица 2 – Время использования ЭСО различного типа во внеурочной деятельности в сутки

ЭСО	Исследуемые группы		
	1-я	2-я	3-я
МТ, минут	80,6±6,07	107,3±7,76	178,2±15,77
Планшет, минут	71,9±14,53	84,5±17,69	198,7±33,36
ПК, минут	64,3±9,74	81,7±12,8	88,0±9,53
Ноутбук, минут	47,9±6,98	97,1±12,27	93,3±15,01
Суммарное время, часов	4,4±0,16	6,2±0,21	9,3±0,64

Комплексное влияние факторов ЦОС приводило к снижению функционального уровня нервной системы по сравнению с физиологической нормой в 2,0 раза у учащихся 1-й группы и в 1,7 раза у учащихся 2-й и 3-й групп. Сниженный уровень умственной работоспособности выявлен у 18,9% учащихся 3-й, у 29,1% учащихся 2-й и у 41,5% учащихся 1-й группы обучения, среди которых доля обследуемых с существенно сниженной умственной работоспособностью была наибольшей, составляя 16,6% (Рисунок 4).

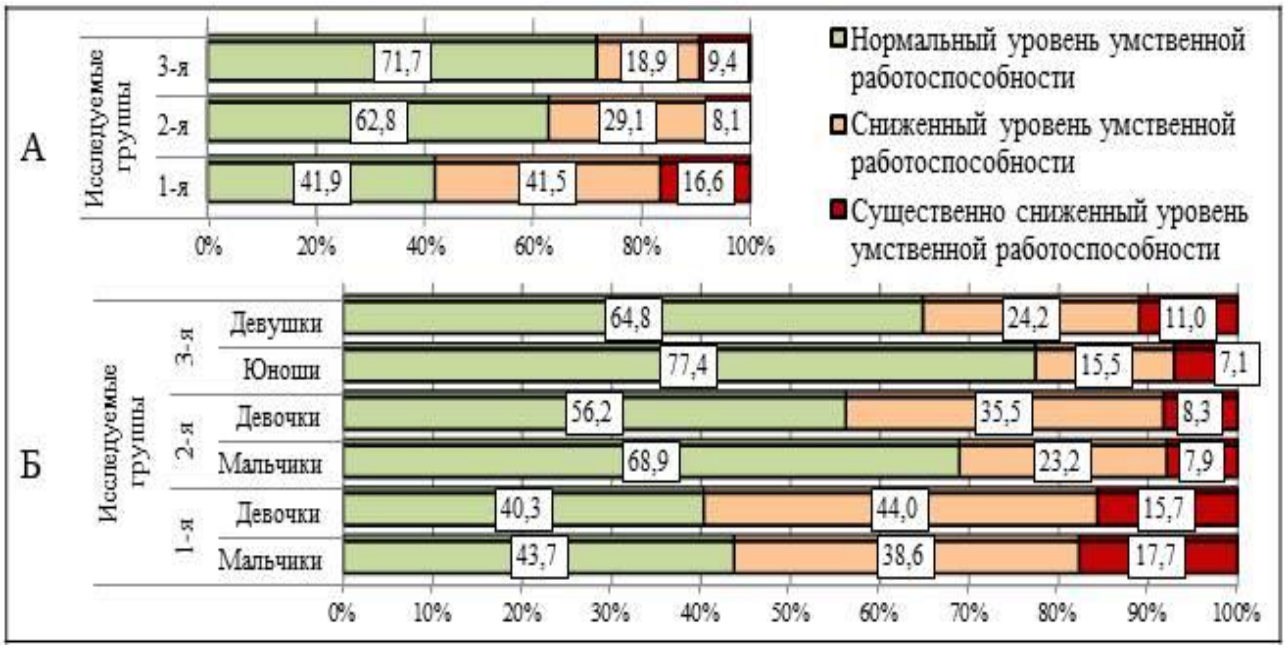


Рисунок 4 – Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности (А) и с учетом гендерной принадлежности (Б),%

У девочек 2-й группы установлено снижение устойчивости нервной реакции на 16,5% по сравнению с данными мальчиков, а сниженный уровень умственной работоспособности был у 35,5% девочек и у 23,2% мальчиков (Таблица 3).

Таблица 3 – Показатели функционального состояния центральной нервной системы учащихся, ед.

Показатели	Исследуемые группы					
	1-я		2-я	3-я		
	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
ФУС	2,04±0,02	1,99±0,02	2,33±0,01	2,26±0,02	2,41±0,02	2,32±0,02
УР	0,85±0,06	0,85±0,05	1,27±0,05	1,06±0,05**	1,35±0,08	1,23±0,08
УФВ	1,83±0,07	1,81±0,06	2,39±0,06	2,15±0,06**	2,52±0,09	2,36±0,09

*Примечание – * $p \leq 0,05$ при сравнении данных мальчиков и девочек 1-й группы; ** $p \leq 0,05$ при сравнении данных мальчиков и девочек 2-й группы; *** $p \leq 0,05$ при сравнении данных юношей и девушек 3-й группы; ФУС – функциональный уровень нервной системы; УР – устойчивость нервной реакции; УФВ – уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы*

У учащихся 3 исследуемых групп установлено преобладание центральной регуляции и усиление влияния симпатической системы за счет стресс-индекса более 100 усл. ед. и мощности очень низкочастотной составляющей спектра более 240 мс^2, которое было более выраженным у девочек 2-й группы по сравнению с мальчиками и проявлялось увеличением индекса вегетативного равновесия на 27,9%, вегетативного показателя ритма сердца на 14,6% и индекса напряжения регуляторных систем на 24,8%, а также у девушек 3-й группы по сравнению с юношами за счет увеличения вегетативного показателя ритма сердца на 16,6% (Таблица 4).

Таблица 4 – Интегральные показатели функционального состояния вегетативной нервной системы учащихся, усл. ед.

Показатели	Исследуемые группы					
	1-я		2-я		3-я	
	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
Показатель активности регуляторных систем	5,7±0,15	5,98 ±0,12	5,47±0,12	5,66 ±0,13	5,79 ±0,21	5,46 ±0,12
Индекс вегетативного равновесия	191,52 ±12,46	187,37 ±11,02	179,52 ±9,18	229,66 ±15,52**	174,11 ±16,12	196,01 ±12,27
Вегетативный показатель ритма сердца	6,69±0,28	6,83 ±0,25	6,12±0,22	7,17 ±0,33**	5,59 ±0,34	6,52 ±0,32***
Индекс напряжения	145,44 ±10,43	145,45 ±9,69	129,06 ±8,03	171,68 ±13,85**	119,57 ±12,67	138,08 ±9,71

*Примечание – * $p \le 0,05$ при сравнении данных мальчиков и девочек 1-й группы; ** $p \le 0,05$ при сравнении данных мальчиков и девочек 2-й группы; *** $p \le 0,05$ при сравнении данных юношей и девушек 3-й группы*

Особенности функционирования вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем обуславливали напряжение адаптационных механизмов и значительное снижение функциональных резервов (ФР) у 45,0% учащихся 1-й, у 40,3% учащихся 2-й и у 35,5% учащихся 3-й групп обучения и резкого снижения ФР у 13,1%, у 12,0% и у 9,7% учащихся соответственно (Рисунок 5).

Резкое снижение ФР было у 15,2% девочек и у 10,5% мальчиков 1-й группы, у 13,4% девочек и у 10,7% мальчиков 2-й группы, а также у 21,4% юношей и у 1,2% девушек 3-й группы.

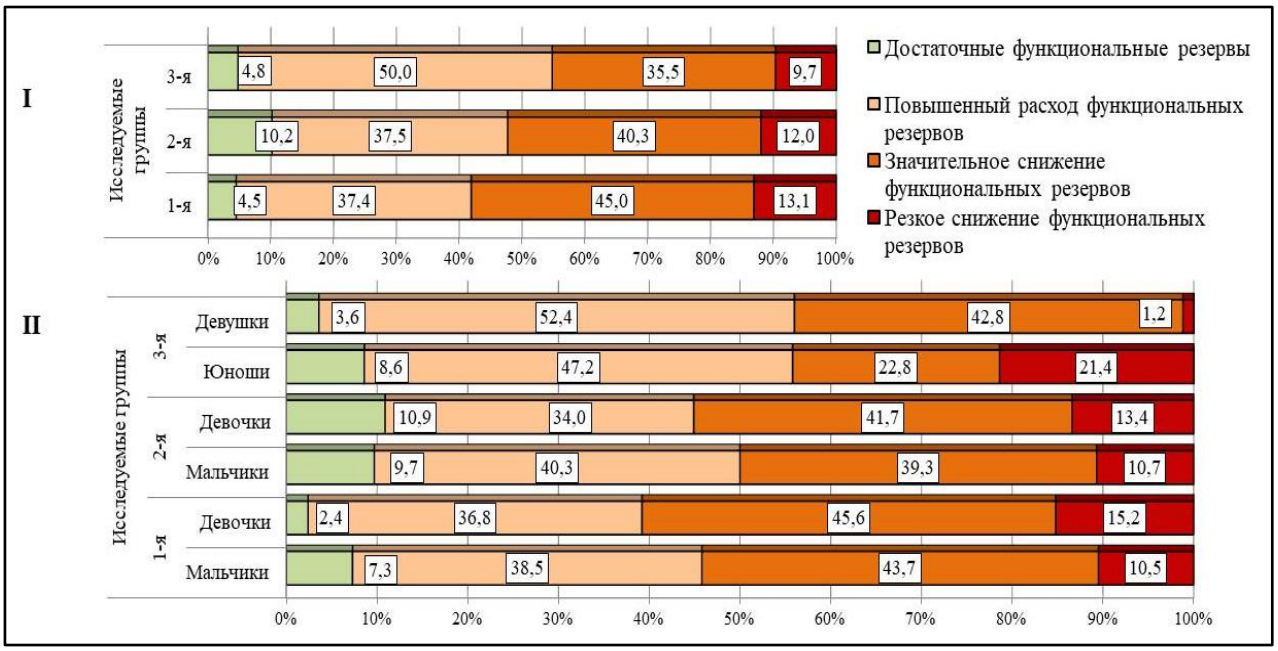


Рисунок 5 – Распределение учащихся в зависимости от уровня ФР (А) и с учетом гендерной принадлежности (Б),%

Высокий уровень стресса испытывали 1,7% учащихся 1-й и 3,5%

учащихся 2-й групп, тогда как в 3-й группе учащиеся с высоким уровнем стресса отсутствовали (Рисунок 6). Среди учащихся 1-й группы высокий уровень стресса был только у 3,1% девочек, а у девочек 2-й группы в 3,7 раза чаще был высокий уровень стресса чем у мальчиков.

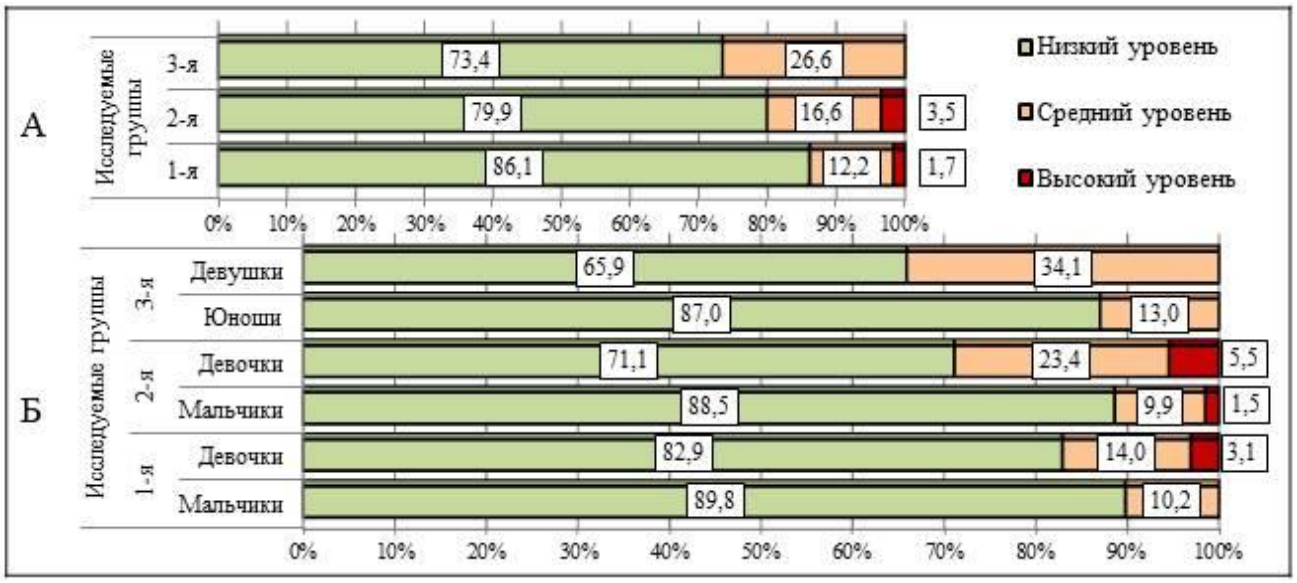


Рисунок 6 – Распределение учащихся в зависимости от уровня стресса (А) и с учетом гендерной принадлежности (Б),%

Наибольший процент обследуемых с высоким уровнем тревожности установлен среди учащихся 3-й и 2-й и групп, соответственно составляя 33,9% и 31,8% в повседневной деятельности и 16,1% и 20,2% в учебной, тогда как только у 4,4% и у 11,8% учащихся 1-й группы был высокий уровень тревожности (Рисунок 7).

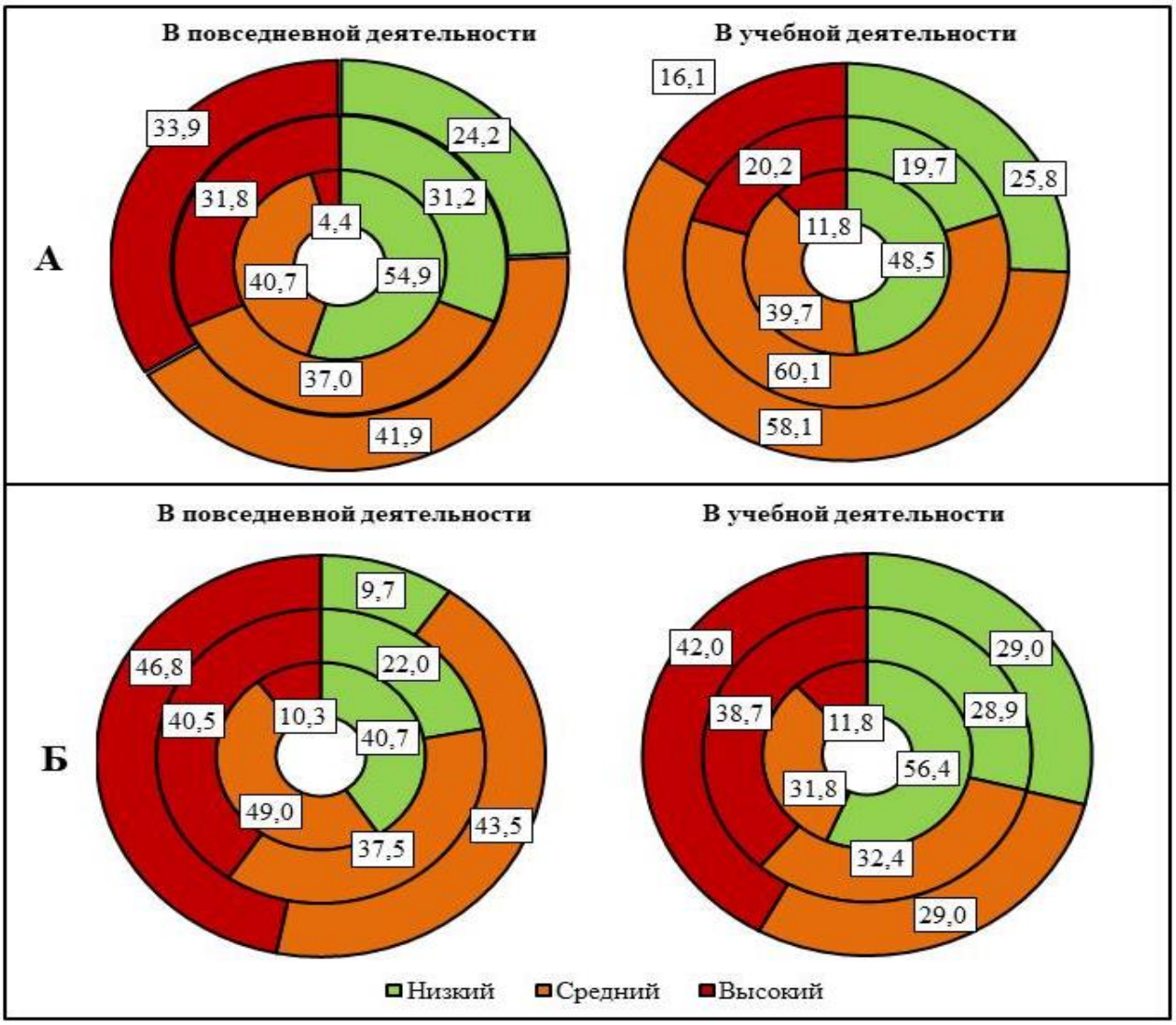
У девушек 3-й группы уровень тревожности был выше, чем у юношей, в 1,9 раза в повседневной и в 1,7 раза в учебной деятельности, на фоне чего высокий уровень тревожности был у 46,3% девушек и только у 9,5% юношей.

Высокий уровень НЭП в повседневной деятельности был у 46,8% учащихся 3-й группы, у 40,5% учащихся 2-й группы и только у 10,3% учащихся 1-й группы; а в учебной деятельности у 42,0%, у 38,7% и у 11,8% учащихся соответственно.

Среди учащихся 3-й группы НЭП у девушек по сравнению юношами были выше в 1,6 раза в повседневной деятельности и в 2,0 раза в учебной.

Длительное использование ЭСО и изменения психоэмоциональной сферы учащихся 3 исследуемых групп способствовали развитию ИЗ (Рисунок 8).

Наибольший процент учащихся с ИЗ и склонностью к ИЗ выявлен среди старшеклассников и составлял 2,7% и 22,7% учащихся соответственно. Установлены гендерные различия развития ИЗ, свидетельствующие о том, что этот феномен чаще встречался среди мальчиков по сравнению с девочками в 1,5 раза в 3-й, в 3,0 раза во 2-й и в 3,6 раза в 1-й группе обучения.



Примечание – внутренняя сфера учащиеся 1-й группы; средняя сфера учащиеся 2-й группы; внешняя сфера учащиеся 3-й группы

Рисунок 7 – Распределение учащихся исследуемых групп в зависимости от уровня тревожности (А) и НЭП (Б), %

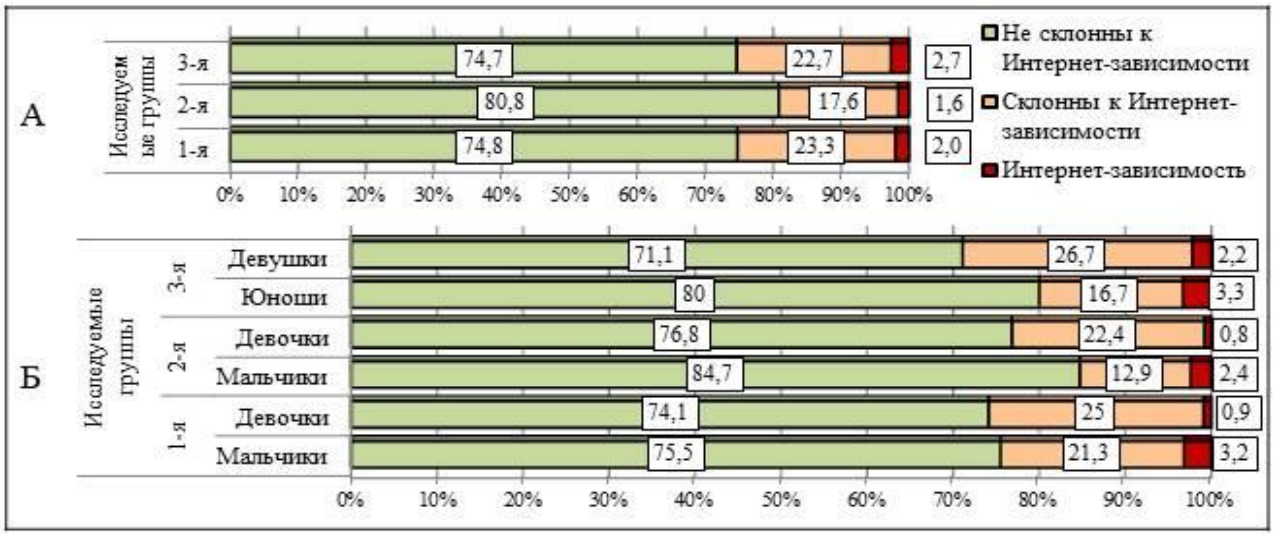


Рисунок 8 – Распределение учащихся в зависимости от уровня ИЗ (А) и с учетом гендерной принадлежности (Б),%

С помощью корреляционного анализа установлена положительная высокой и средней степени зависимость между длительностью использования ЭСО в сутки и уровнем стресса (r=0,62), тревожности (r=0,52) и ИЗ (r=0,71); между уровнем напряженности учебного процесса с использованием ИКТ и развитием стресса (r=0,65) и тревожности (r=0,61). Отрицательная высокой и средней степени зависимость установлена у учащихся между уровнем умственной работоспособности и временем работы с ЭСО (r=-0,47), напряженностью учебного процесса (r=-0,72), уровнем учебной недельный нагрузки (r=-0,47); между уровнем ФР и напряженностью учебного процесса (r=-0,67), временем работы с ЭСО (r=-0,44).

На основании установленной достоверной связи выделены 7 компонентов с оценкой степени их выраженности от 1 до 3 баллов и последующим расчетом интегрального показателя БЖ учащихся в ЦОС (Рисунок 9).

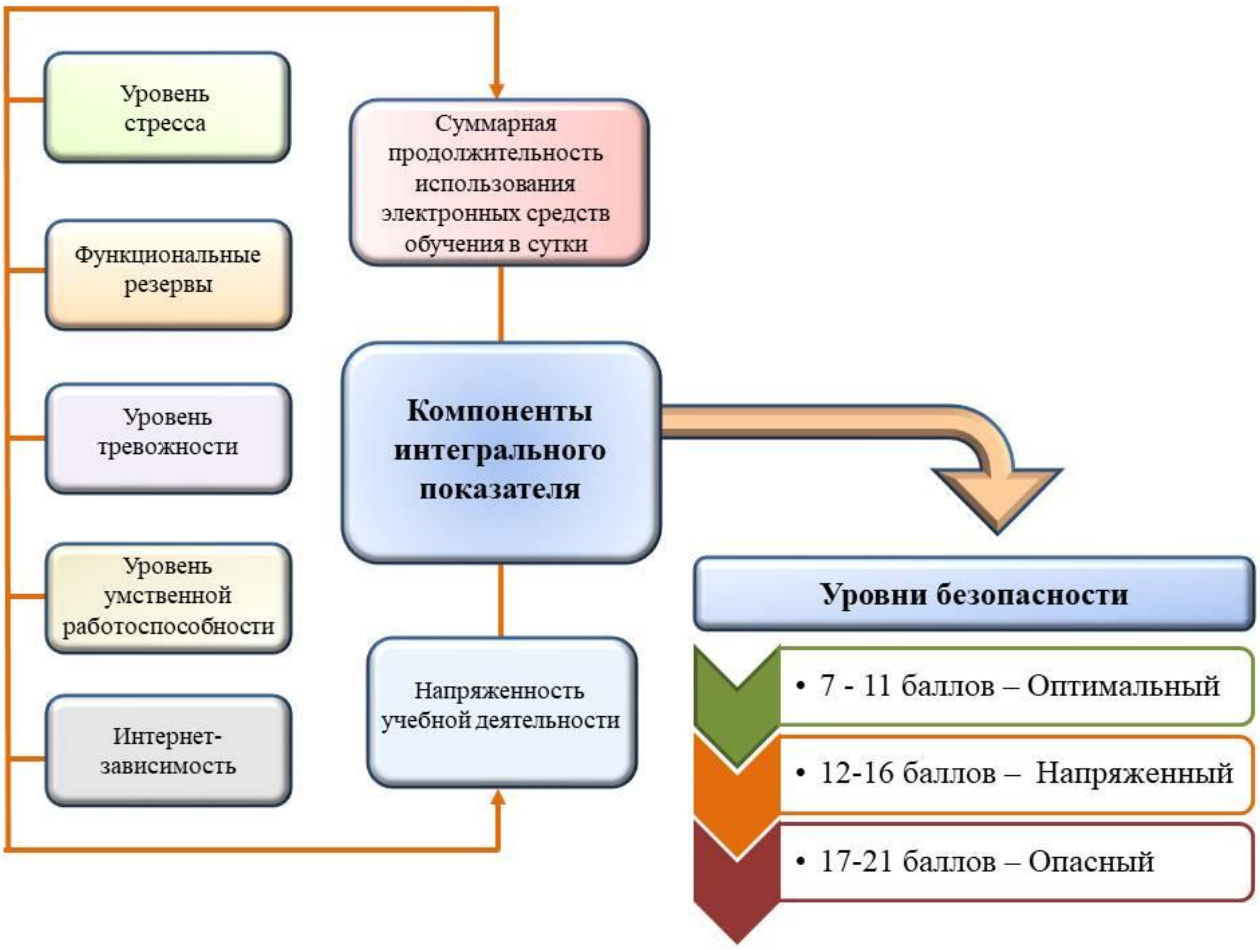


Рисунок 9 – Компоненты и шкала оценки БЖ учащихся в ЦОС

На этой основе разработана шкала БЖ учащихся в ЦОС и система профилактических мероприятий, представленная 3 блоками, которая направлена на снижение факторов риска ЦОС, оптимизацию организации учебного процесса с ЭСО и повышение резервных возможностей организма учащихся (Рисунок 10).

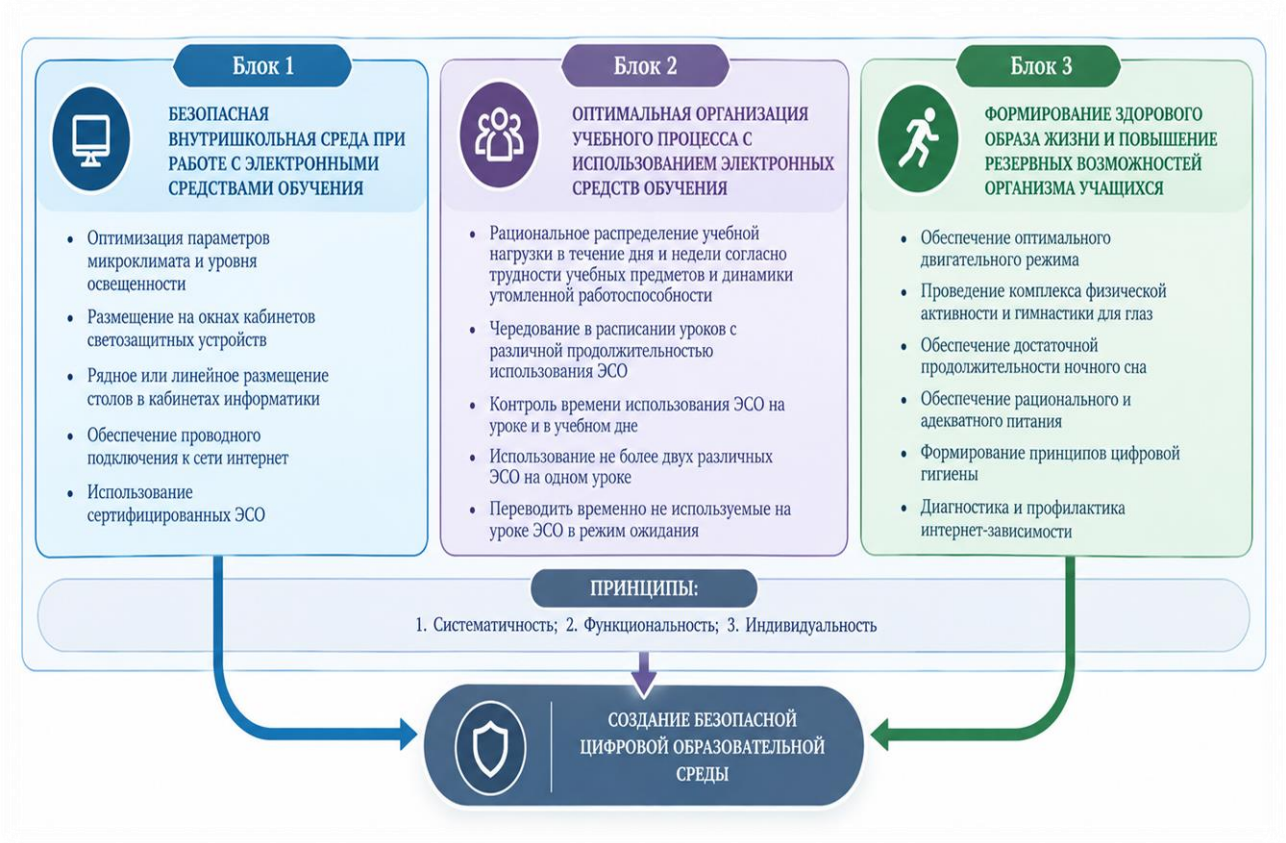


Рисунок 10 – Схема профилактических мероприятий для создания безопасной ЦОС

Внедрение системы профилактических мероприятий позволило увеличить число учащихся с достаточным уровнем ФР в 1-й группе в 1,8 раза с 4,5% до 7,9%, во 2-й группе в 1,3 раза с 10,2% до 13,5% и в 3-й группе обучения в 1,3 раза с 4,8% до 6,9%; а также снизить число учащихся с высоким и средним уровнем стресса в 1-й группе в 1,8 раза с 13,9% до 7,7%, во 2-й группе в 2,2 раза с 20,1% до 9,1% и в 3-й группе обучения в 1,9 раза с 26,6% до 13,9%.

ВЫВОДЫ

1. Приоритетными факторами, формирующими ЦОС, являются высокие уровни интеллектуальных и сенсорных нагрузок, искусственного освещения в вертикальной плоскости, яркости и пульсации на экранах, нерациональное распределение учебной электронной нагрузки в течение дня и недели, наличие ЭМП от ЭСО.

2. Установлено, что доля времени использования ЭСО от общего учебного времени в неделю была наибольшей у старшеклассников и составляла 28,1% у учащихся начального, 30,6% у учащихся среднего и 54,1% у учащихся старшего звена обучения, а во внеурочной деятельности суточная продолжительность использования ЭСО была 4,4±0,16 часа, 6,2±0,21 часа и 9,3±0,64 часа соответственно, что обеспечило суммарное время работы с электронными устройствами в течение суток у учащихся старшего звена 11,6 часов, тогда как у учащихся среднего звена и учащихся начального звена 7,4 часа и 5,3 часа.

3. Показано, что комплексное влияние факторов ЦОС приводит к напряжению регуляторных систем с преобладанием центральной регуляции и усилением влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы, что обуславливает снижение адаптационных резервов у 82,4% учащихся начального звена, у 77,8% учащихся среднего звена и у 85,5% учащихся старшего звена и снижение умственной работоспособности у 41,5%, у 29,1%, и у 18,9% учащихся соответственно.

4. Изменения со стороны психоэмоциональной сферы характеризовались наличием высокого уровня тревожности и НЭП у 33,9% и у 46,8% учащихся старшего звена, тогда как среди учащихся начального и среднего звена высокий уровень тревожности был лишь у 11,8% и у 31,8% учащихся, а НЭП у 11,8% и у 40,5% учащихся соответственно. При этом наиболее высокий уровень стресса испытывали 3,5% учащихся среднего и 1,7% учащихся начального звена обучения с увеличением в 3,1-3,7 раза среди девочек по сравнению с мальчиками.

5. Доказано, что длительное использование ЭСО ассоциируется с развитием высокого уровня ИЗ у 2,7% старшеклассников, как и склонность к ИЗ у 23,3% учащихся начального, у 17,6% учащихся среднего и у 22,7% учащихся старшего звена обучения.

6. На основании установленных корреляционных взаимосвязей между факторами риска ЦОС и показателями физического и психического здоровья учащихся разработана интегральная шкала БЖ с балльной оценкой оптимального, напряженного и опасного уровней и система профилактических мероприятий, направленных на снижение факторов риска ЦОС, оптимизацию организации учебного процесса с ЭСО и повышение адаптационных резервов, внедрение которой позволило увеличить долю учащихся с достаточным уровнем ФР в 1,8 раза в начальном, в 1,3 раза в среднем и в 1,3 раза в старшем звене обучения и снизить долю учащихся с высоким и средним уровнем стресса в 1,6 раза, в 2,2 раза и в 1,9 раза соответственно.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Образовательным организациям:

- обеспечить безопасные условия внутришкольной среды при работе с ЭСО;
- в расписание учебных занятий включить чередование уроков с высокой и низкой продолжительностью использования ЭСО с учетом их трудности и динамики умственной работоспособности;
- организовать контроль времени использования ЭСО на отдельных уроках;
- использовать на одном уроке не более двух ЭСО;
- включить в структуру уроков проведение комплекса упражнений для профилактики гиподинамии и снижения нагрузки на зрительный анализатор и центральную нервную систему.

Школьным психологам:

- организовать скрининг диагностики ИЗ и ее коррекцию с учащимися,

имеющими склонность к ИЗ.

Учреждениям здравоохранения:

- при проведении медицинских осмотров использовать данные функциональных резервов и показателей психического здоровья для определения индивидуальных программ оздоровления;
- включить в программу гигиенического воспитания для педагогов и медицинских работников вопросы БЖ в ЦОС.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Полученные результаты открывают перспективы для научного обоснования гигиенических нормативов допустимого уровня ЭМП от ЭСО, яркости и пульсации экрана, регламентации времени их использования в образовательном процессе и установления механизмов влияния факторов ЦОС на функциональное состояние систем организма учащихся с учетом их возраста и гендерной принадлежности.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Сетко, Н. П. Современные аспекты безопасности жизнедеятельности детей и подростков в цифровой среде: обзор литературы / Н. П. Сетко, С. Э. Лукьянов // Оренбургский медицинский вестник. – 2023. – Т. XI, №3(43). – С. 18-25.**
2. **Лукьянов, С. Э. Гигиеническая характеристика факторов, формирующих цифровую образовательную среду / С. Э. Лукьянов, Н. П. Сетко // Оренбургский медицинский вестник. – 2023. – Т. XI, №4(44). – С. 58-63.**
3. **К вопросу формирования тревожности среди учащихся начального звена и её профилактики в условиях современного образовательного процесса / Н. П. Сетко, О. М. Жданова, С. Э. Лукьянов [и др.] // Оренбургский медицинский вестник. – 2024. – Т. 12, №1(45). – С. 56-62.**
4. **Сетко, Н. П. Сравнительная характеристика психического здоровья учащихся младших, средних и старших классов общеобразовательных организаций / Н. П. Сетко, С. Э. Лукьянов, О. М. Жданова // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. XIII, №1(49). – С. 49-54.**
5. **Лукьянов, С. Э. Особенности формирования интернет-зависимого поведения гимназистов в динамике обучения / С. Э. Лукьянов, Н. П. Сетко, О. М. Жданова // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. XVI, №4(52). – С. 57-63.**
6. **Современные подходы к донозологической диагностике и коррекции экологически обусловленного стресса у детей и подростков / Н. П. Сетко, О. М. Жданова, А. Г. Сетко, С. Э. Лукьянов // Гигиена и санитария. – 2025. – №6(104). – С. 741-749.**
7. Сетко, Н. П. Сравнительная характеристика функциональных резервов организма школьников начального и среднего звена в условиях цифровой среды / Н. П. Сетко, **С. Э. Лукьянов** // Профилактическая медицина-2023: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием. 15-16 ноября 2023 года / под ред. А.В. Мельцера, И.Ш. Якубовой. – СПб: Изд-во ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, 2023. – С. 267-272.

8. Сетко, Н. П. Особенности когнитивных функций школьников в условиях цифровой среды / Н. П. Сетко, **С. Э. Лукьянов** // Эрисмановские чтения – 2023. Новое в профилактической медицине и обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы I Всероссийского научного конгресса с международным участием (Мытищи, 23-24 ноября 2023 года) / под ред. д.м.н., проф. А.Ю. Поповой, д.м.н., проф. С.В. Кузьмина. – М.: ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 2023. – С. 249-250.

9. **Лукьянов, С. Э**. Особенности влияния гиперинформационной среды на физиологический статус организма старшеклассников / **С. Э. Лукьян**ов // Материалы монотематической научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Факторы среды обитания и здоровье человека в современных условиях», 3 апреля 2024 г. – Оренбург: изд-во ОрГМУ, 2024. – С. 10-13.

10. **Лукьянов, С. Э.** Функциональное состояние основных систем организма старшеклассников в условиях современной гиперинформатизированной учебной среды / **С. Э. Лукьянов** // Альманах молодой науки. – 2024. – №1(52). – С. 74-75.

11. **Лукьянов, С. Э.** Физиолого-гигиенические особенности работоспособности учащихся начальных классов в условиях воздействия факторов цифровой среды / **Лукьянов С. Э.** // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «АСПИРАНТСКИЕ ЧТЕНИЯ 2023: Молодые ученые – медицине. Приоритетные направления науки в достижении технологического суверенитета» SIMS – 2023: SAMARA INTERNATIONAL MEDICAL SCIENCE / Под редакцией профессора РАН А.В. Колсанова. – Самара: ООО «Полиграфическое объединение «Стандарт», 2024. – С. 289-291.

12. Сетко, Н. П. Особенности вегетативного статуса у младших школьников в условиях действия факторов цифровой среды / Н. П. Сетко, **С. Э. Лукьянов** // Современные аспекты здоровьесбережения: сборник материалов юбилейной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию медико-профилактического факультета УО «БГМУ», 24-25 октября 2024г., Минск / под ред. С.П. Рубниковича, А.В. Гиндюка, Т.С. Борисовой. – Минск: БГМУ, 2024. – С. 125-131.

13. **Лукьянов, С. Э.** Сравнительная характеристика функционального состояния основных систем организма учащихся среднего и старшего звена в условиях образовательно-цифровой среды / **С. Э. Лукьянов** // Альманах молодой науки. – 2025. – №2(57). – С. 45-47.

14. **Лукьянов, С. Э.** Особенности функционального состояния вегетативного отдела центральной нервной системы учащихся в условиях влияния факторов цифровой образовательной среды / С. Э. Лукьянов, Н. П. Сетко // Российский педиатрический журнал имени. М.Я. Студеникина: материалы II всероссийского форума с международным участием «Здоровье детей –

национальный приоритет России» 23-25 сентября 2026 года. – Москва: ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 2026. – Т. 1, №3, Прил. 1. – С. 95.

15. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622655 Российская Федерация. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции учащихся общеобразовательных организаций г. Оренбурга: № 2024622655: заявл. 04.06.2024: опубл. 19.06.2024 / Н. П. Сетко, О. М. Жданова, С. Э. Лукьянов.

16. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623166 Российская Федерация. Показатели функционального состояния центральной нервной системы и работоспособности детей и молодежи на основе простой зрительно-моторной реакции: № 2024622806: заявл. 01.07.2024: опубл. 17.07.2024 / Н. П. Сетко, О. М. Жданова, С. Э. Лукьянов.

17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025615796 Российская Федерация. Оценка социального здоровья и вероятности риска развития дезадаптации учащихся в образовательной среде: № 202561482: заявл. 03.03.2025: опубл. 07.03.2025 / Н. П. Сетко, А. Г. Сетко, О. М. Жданова, С. Э. Лукьянов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БЖ – безопасность жизнедеятельности
ИЗ – интернет-зависимость
ИКТ – информационно-коммуникационные технологии
МТ – мобильный телефон
НЭП – негативные эмоциональные переживания
ПК – персональный компьютер
ОО – образовательная организация
УР – устойчивость нервной реакции
УФВ – уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы
ФР – функциональные резервы
ФУС – функциональный уровень нервной системы
ЦОС – цифровая образовательная среда
ЭСО – электронное средство обучения
ЭМП – электромагнитные поля