

УДК 614.2:617.751-057-07

Кочина М.Л., Яворский А.В., Маслова Н.М.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Харьковская медицинская академия последипломного образования

Харьковский национальный медицинский университет

Целью работы была оценка влияния текстовой нагрузки, реализованной на бумажном и электронном носителе, на функциональное состояние зрительной системы детей и подростков. В исследованиях приняли участие 97 человек в возрасте от 6 до 15 лет, которые работали с двумя текстами на бумажном носителе. Первый текст был оформлен в соответствии с возрастными требованиями (размер шрифта 10 типографских пунктов), второй - имел заниженный размер шрифта (7 типографских пунктов). Работа с текстами состояла в отыскании и вычеркивании заданных букв. В работе с текстом на экране монитора приняли участие 39 подростков. Установлено, что текст с нормальными параметрами оформления во всех возрастных группах вызвал достоверные изменения показателей зрительной системы, характерные для транзитной миопии. После работы с текстом с заниженными параметрами оформления на бумажном носителе и после чтения с экрана монитора выявлено три варианта изменения показателей: первый вариант характерный для транзитной миопии; второй – для зрительного утомления; при третьем варианте не выявлено достоверных изменений показателей, что характерно для систем со значительными функциональными резервами.

Ключевые слова: дети, подростки, зрительная система, функциональные показатели, бумажный и электронный носитель информации.

Робота виконана в рамках пріоритетної теми МОЗ України «Гігієнічні аспекти донозологічних станів та їх корекція у підлітків в умовах навчальних закладів різного рівня освіти», № гос. реєстрації 0199U001768.

По оценке специалистов ВОЗ, во всем мире среди детей в возрасте до 15 лет более 19 миллионов имеют различные проблемы со зрением, причем у 12 миллионов из них нарушения зрения обусловлены аномалиями рефракции (близорукостью, дальнозоркостью, астигматизмом). Близорукость является причиной снижения зрения у 30 - 45% детского населения и 25% - взрослого [1,2,16,18], причем она сопровождается частым развитием осложнений, в 17% случаев приводящих к первичной инвалидности [16,17,18].

Каждому этапу формирования зрительной системы соответствует свой вид оптимальной визуальной нагрузки, определяемый размерами объектов различения, их контрастность, цветовой гаммой [5,6,7,8,9,10,11,15,19,20]. При низком качестве визуальной нагрузки или длительном взаимодействии с ней незрелая зрительная система ребенка будет поставлена в неадекватные условия функционирования, что потребует мобилизации всех резервов. Кроме того, следует учитывать, что все элементы человеческого организма неидеальны, в любых парных органах существуют различия, которые компенсируются за счет установления определенной системы связей. В зрительной системе, имеющей две монокулярных подсистемы, в каждую из которых входит соответствующий глаз, для качественного зрительного восприятия в процессе роста ребенка устанавливаются достаточно сложные отношения [2,3,4]. Если в системе существуют «дефекты», обусловленные разной структурной организацией или функциональными возможно-

стями монокулярных подсистем, то существует достаточно много путей адаптации, как к собственной структурно-функциональной организации, так и к зрительной нагрузке. Причем эти пути могут приводить к формированию, как совершенной бинокулярной системы, так и к упущенной – монокулярной.

Таким образом, значительная распространенность глазной патологии у детей и подростков, обусловленной влиянием зрительной нагрузки, и недостаточная изученность информационных процессов в зрительной системе при восприятии зрительной информации с различных носителей, обуславливают актуальность исследования.

Цель работы

Оценка влияния текстовой нагрузки, реализованной на бумажном и электронном носителе, на функциональное состояние зрительной системы детей и подростков.

Объект и методы исследования

Для оценки влияния визуальной нагрузки и способа ее предъявления на функциональное состояние зрительной системы были проведены исследования с участием детей и подростков. В этих исследованиях приняли участие 97 человек (учащиеся школы 1-11 классов) в возрасте от 6 до 15 лет. Распределение испытуемых по возрасту и виду визуальной нагрузки представлено в табл.1.

Таблица 1
Распределение испытуемых по возрасту в зависимости от вида визуальной нагрузки

Вид зрительной нагрузки	Количество испытуемых	Возраст, годы
Текст на бумажном носителе - с нормальными параметрами удобочитаемости - со сниженными параметрами удобочитаемости	97	7-15
Текст на электронном носителе	39	13-15

Для оценки функционального состояния зрительной системы испытуемых и оценки его изменения в динамике зрительного труда необходимо отобрать набор адекватных методов исследования. При проведении офтальмологического осмотра и отборе испытуемых в экспериментальные группы определялись: острота зрения правого (ОЗ OD) и левого (ОЗ OS) глаз, резервы аккомодации обоих глаз (Pa OD и OS) для дали, характер зрения, ближайшие точки ясного зрения (Бт OD и OS) и конвергенции (Бтк). Острота зрения и характер зрения (бинокулярное, монокулярное) определялись для отбора в группы здоровых испытуемых.

Испытуемым разных возрастных групп были предложены два вида текстов на бумажном носителе. Первый текст был оформлен в соответствии с возрастными требованиями (размер шрифта 10 типографских пунктов), второй - имел заниженный размер шрифта (7 типографских пунктов). Работа с текстами состояла в отыскании и вычеркивании заданных букв. Аналогичная работа проводилась и с текстом на экране монитора (текст на электронном носителе). В этом случае испытуемым предлагалось выделять с помощью курсора заданную букву. Поскольку тексты представляли собой чисто визуальную нагрузку, восприятие которой вызывает определенные изменения в функциональном состоянии зрительной системы, они были выполнены в виде набора букв и не имели смыслового содержания. Работа с текстами продолжалась 45 минут, что соответствует стандартному уроку или половине учебной пары.

Обработка результатов исследований проводилась с использованием методов описательной статистики и метода анализа альтернативных признаков с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение

В исследованиях по изучению влияния параметров оформления текста на состояние функциональных показателей зрительной системы приняли участие испытуемые младшего, среднего и старшего школьного возраста. В зависимости от структурно-функциональной зрелости зрительной системы учащихся, весь срок обучения в школе можно разделить на три периода. Первый период, соответствующий по возрасту младшей группе (6–10 лет), характеризуется структурно-функциональной незрелостью зрительной системы, большой подвижностью и лабильностью функций. Второй период является переходным из детского возраст в подростковый (средняя группа – 11-12 лет). Этот период характеризуется меньшей лабильностью функций, но более выраженной реакцией на зрительную нагрузку. Это, возможно, обусловлено значительными структурно-функциональными сдвигами во всем организме, разбалансировкой гормональных и обменных процессов (особенно у девочек). На третий возрастной период (13-15 лет) приходится завершение формирования зрительной системы. Он соответствует старшей возрастной группе, зрительная система в которой характеризуется большей устойчивостью функциональных реакций на зрительную нагрузку, что обусловлено формированием устойчивого структурного следа адаптации к чтению, поскольку данный вид зрительной нагрузки является основным все годы обучения в школе.

В табл. 2 представлены средние значения функциональных показателей системы детей и подростков разных возрастных групп. По приведенным данным, очевидно, что первая возрастная группа (6–10 лет) имеет достоверно более низкие значения функциональных показателей, чем вторая (11-12 лет).

Таблица 2
Значения функциональных показателей зрительной системы детей и подростков

Возраст, годы	Показатели				
	Pa OD (Д)	Pa OS (Д)	Бт OD (см)	Бт OS (см)	Бтк (см)
6-10 (n=33)	3,9±1,8*	4,4±1,9*	5,7±1,2	4,5±1,5	5,0±1,3
11-12 (n=25)	8,4±1,3	8,1±1,4	5,2±1,7	5,4±1,8	4,2±1,6
13-15 (n=39)	7,3±1,4	7,2±1,6	6,0±1,2	6,0±1,5	4,8±1,5

Примечания: * - различия в значениях резервов аккомодации в группе детей младшего возраста и детей средней группы достоверны ($P < 0,05$);
n – количество детей в группе.

В 6-10 лет зрительная система отличается функциональной незрелостью и лабильностью, поэтому любые неблагоприятные воздействия могут приводить к формированию донозологических и патологических состояний [2,13,14]. У

детей второй возрастной группы функциональные показатели близки по значениям к значениям взрослых, однако в этом возрасте еще сохраняется высокая пластичность зрительной системы, поскольку ее окончательное формиро-

вание завершается к 15-16 годам [1,3].

В старшей возрастной группе значения Ра несколько ниже, чем в средней группе, а вот Бт и Бтк в этой группе наиболее близки к показателям взрослых (у взрослых людей в норме они располагаются на расстоянии 7-8см от глаз [1,12,13]).

Предварительные исследования показали, что значения функциональных показателей зрительной системы лиц мужского и женского пола достоверно не различаются, поэтому исследо-

вание структуры связей в системе приема и первичной обработки информации детей и подростков осуществлялось без учета пола.

В табл. 3 представлены средние значения показателей зрительной системы после зрительного труда с текстовой нагрузкой. Первая нагрузка – текст с параметрами оформления, соответствующими возрастным нормам. Вторая нагрузка – текст с заниженным размером шрифта.

Таблица 3
Значения функциональных показателей зрительной системы детей и подростков после зрительного труда с печатными текстами

Вид нагрузки	Возраст, годы	Показатели				
		Ра OD (Д)	Ра OS (Д)	Бт OD (см)	Бт OS (см)	Бтк (см)
Первая нагрузка	6-10	5,3±1,7*	5,3±1,8*	5,5±1,1	5,3±1,3	3,8±1,1
	11-12	9,5±1,3	9,4±1,6	4,9±1,7	4,6±1,6	3,4±1,1
	13-15	7,7±1,5	7,9±1,5	5,6±1,2	5,4±1,4	4,3±1,7
Вторая нагрузка	6-10	5,7±1,3**	5,6±1,2**	5,2±1,0	5,1±1,0	3,4±1,1
	11-12	8,8±1,2	8,7±1,1	6,2±2,1	6,3±2,5	3,9±1,7
	13-15	8,3±1,3	8,1±1,2	6,3±1,1	6,2±1,2	4,8±1,5

Примечания: * - различия в значениях резервов аккомодации в группе детей младшего возраста и детей средней группы достоверны по критерию Манна-Уитни ($P<0,05$);

** - различия в значениях резервов аккомодации в младшей и старшей возрастных группах достоверны по критерию Манна-Уитни ($P<0,05$).

Анализ представленных в табл. 3 данных и сравнение с исходными значениями (табл. 2) позволяет сделать некоторые заключения. Можно отметить, что во всех возрастных группах наблюдается некоторый рост резервов аккомодации и приближение к глазам ближайших точек ясного зрения и конвергенции. Однако статистически достоверные изменения нами выявлены только для Ра. Это обусловлено раз-

нонаправленным изменением показателей у детей и подростков в исследованных группах. Для выявления закономерностей изменения показателей зрительной системы в процессе зрительного труда было проведено исследование частоты встречаемости каждого из трех возможных изменений показателя (рост, снижение, без изменения) при двух видах зрительной нагрузки (табл. 4).

Таблица 4
Распределение показателей в группы в зависимости от частоты встречаемости характера изменения

Вид нагрузки	Возраст, годы	Показатель	Характер изменения (%)		
			Рост	Снижение	Без изменения
Первая	6-10 (n=33)	Ра	60±8,5	23±7,3 ¹	17±6,5 ²
		Бт	22±7,2 ¹	65±8,3	13±5,9 ³
		Бтк	25±7,5 ¹	55±8,7	20±7,0 ³
	11-12 (n=25)	Ра	60±9,8	20±8,0 ¹	20±8,0 ²
		Бт	19±8,0 ¹	61±9,8	20±8,0 ³
		Бтк	5,0±4,1 ¹	85±7,1	10±6,0 ³
	13-15 (n=39)	Ра	66±7,6	15±5,8 ¹	19±6,3 ²
		Бт	26±7,0 ¹	57±7,9	17±6,0 ³
		Бтк	18±6,0 ¹	60±7,8	22±6,6 ³
Вторая	6-10 (n=33)	Ра	55±8,7	25±7,8 ¹	20±7,0 ²
		Бт	30±8,0	55±8,7	15±6,2 ³
		Бтк	20±7,0 ¹	60±8,5	20±7,0 ³
	11-12 (n=25)	Ра	45±10,6	34±9,5	21±8,1
		Бт	31±9,2	52±10,0	17±7,5 ³
		Бтк	26±8,8 ¹	63±9,7	11±6,3 ³
	13-15 (n=39)	Ра	51±8,0	35±7,6	14±5,6 ²
		Бт	21±8,0 ¹	66±7,6	13±5,5 ³
		Бтк	37±7,7	41±7,9	22±6,6

Примечания: ¹ - различия в частоте встречаемости роста и снижения показателя достоверны ($p<0,001$);

² - различия в частоте встречаемости роста показателя и отсутствия изменения достоверны ($p<0,001$);

³ - различия в частоте встречаемости снижения показателя и отсутствия изменения достоверны ($p<0,001$);
n - объем группы.

Анализируя представленные данные, можно отметить, что после первой нагрузки во всех возрастных группах достоверными изменениями показателей являются рост Ра и уменьшение Бт и Бтк. Такое изменение показателей свидетель-

ствует о формировании состояния сходного с транзиторной миопией [12]. Вторая нагрузка вызвала более разнонаправленные изменения показателей, что можно трактовать как появление не только миопического пути адаптации, но и

зрительного утомления, характеризуемого снижением Ра и ростом Бт и Бтк, в достаточно большом проценте случаев. Таким образом, учет направления изменения показателей позволяет говорить о трех возможных вариантах организации процесса приема и первичной обработки информации. Первый вариант приводит к формированию системы, сходной с миопической; второй – приводит к развитию состояния, сходного со зрительным утомлением; третий – не приводит к изменению показателей и связан с устойчивым функционированием системы. Этот путь характерен для систем со значительными функциональными резервами, в которых зрительная нагрузка за исследованный период времени не вызывает существенных функциональных перестроек. Однако данный путь присутствует, как можно заметить по представленным в табл. 4 данным, только у 20-22% испытуемых. В средней и старшей возрастных груп-

пах испытуемых после второй нагрузки достоверных отличий в частоте встречаемости роста и снижения Ра не выявлено.

В исследованиях по изучению влияния текста, реализованного на электронном носителе, приняли участие 39 подростков старшей возрастной группы. Работа испытуемых состояла в отыскании в тексте и выделении заданной буквы с помощью курсора. Работа продолжалась в течение 45 минут, что соответствует стандартному школьному уроку и допустимому времени непрерывной работы с компьютером для данной возрастной группы.

Результаты исследования показателей зрительной системы подростков при восприятии информации с экрана (табл. 5) указывают, что значения показателей достоверно не изменяются. Это связано с тем, что у испытуемых имеются разнонаправленные изменения показателей, что нивелируется при расчете средних.

Таблица 5

Значения показателей зрительной системы подростков в динамике чтения с экрана монитора

Условия регистрации	Показатель				
	Ра (Д)		Бт (см)		Бтк (см)
	OD	OS	OD	OS	
До работы	7,1±1,5	7,3±1,4	6,2±1,1	6,4±1,2	5,0±1,5
После работы	7,7±1,5	7,9±1,5	5,6±1,2	5,4±1,4	4,3±1,7

Так же, как и в случае текстовой нагрузки на бумажном носителе, нами был проведен анализ частоты встречаемости каждого из направлений изменения показателей Ак системы (табл. 6).

Можно отметить, что, в отличие от нагрузки на бумажном носителе, нагрузка на электронном носителе приводит к достоверно большему росту Ра по сравнению со снижением. В более чем 30% случаев Ра после зрительного труда в

исследуемой группе не изменяется. По двум другим показателям частота встречаемости роста и снижения показателей сходная. Таким образом, у подростков при работе с электронным носителем нет преобладания одного из состояний системы, а имеются разнонаправленные изменения, характерные для трех возможных вариантов функционирования.

Таблица 6

Распределение показателей в группы в зависимости от частоты встречаемости характера изменения

Показатель	Характер изменения (%)		
	Рост	Снижение	Без изменения
Ра	52±8,0	16±5,9 ¹	32±7,5
Бт	48±8,0	33±7,5	19±6,3 ²
Бтк	44±7,9	35±7,4	21±6,3

Примечания: ¹ - различия в частоте встречаемости роста и снижения показателя достоверны ($p < 0,01$);

² - различия в частоте встречаемости роста показателя и отсутствия изменения достоверны ($p < 0,01$).

На основании полученных в разделе результатов можно сделать следующие выводы:

1. Визуальная нагрузка, реализованная на бумажном носителе, соответствующая по параметрам удобочитаемости возрасту испытуемых, во всех возрастных группах детей и подростков вызывает достоверные изменения показателей зрительной системы, сходные с изменениями при транзиторной миопии (рост резервов аккомодации для дали и приближение к глазам ближайших точек ясного зрения и конвергенции).

2. После визуальной нагрузки с заниженными параметрами удобочитаемости выявлено три варианта изменения показателей, что указывает на существование трех вариантов организации процесса приема и первичной обработки информации. Первый вариант приводит к форми-

рованию системы, сходной с миопической; второй – приводит к развитию состояния, сходного со зрительным утомлением (снижение резервов аккомодации и удаление от глаз ближайших точек ясного зрения и конвергенции); третий – не приводит к достоверному изменению показателей и связан с устойчивым функционированием системы, что характерно для систем со значительными функциональными резервами, в которых зрительная нагрузка за исследованный период времени не вызывает существенных функциональных перестроек.

3. После восприятия визуальной информации с электронного носителя в состоянии зрительной системы подростков отмечены разнонаправленные изменения, характерные для трех возможных вариантов функционирования.

Перспективою дальніших досліджень являється оцінка особливостей структури зв'язей между показателями зрительной системи в різних вікових групах дітей і підлітків при різних видах візуальної навантаження.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость / Э.С. Аветисов - М. : Медицина, 1999. - 239 с.
2. Ананин В.Ф. Аккомодация и близорукость / В.Ф. Ананин - М. : изд-во РУДН и Биомединформ, 1992. - 136 с.
3. Васильева Н.Н. Бинокулярная зрительная система развивающегося организма (монография) / Н.Н. Васильева. - Чебоксары : Чуваш.гос. пед. ун-т, 2011. - 208 с.
4. Васильева Н. Н. Возрастные изменения взаимодействия монокулярных и бинокулярных механизмов пространственного восприятия / Н.Н. Васильева, Г.И. Рожкова // Сенсорные системы. - 2010. - Т. 24, № 1. - С. 18-26.
5. Ковтун М.И. Современные информационные технологии и их роль в формировании зрительной системы детей и подростков / М.И. Ковтун, Н.М. Маслова, А.В. Яворский // Сучасні проблеми науки та освіти. - Матеріали конференції. - Харків, 2001. - С. 103-105.
6. Кочина М.Л. Визуально-агрессивное окружение ребенка и "школьная миопия" / М.Л. Кочина, А.В. Яворский, Н.М. Маслова // Гигиена населенных мест. - Киев. - 2001. - Т.2, Вып.38. - С.355-357.
7. Кочина М.Л. Возрастные особенности функциональной организации системы получения и первичной обработки визуальной информации / М.Л. Кочина, А.В. Яворский, С.Н. Лад, А.С. Евтушенко // Клиническая информатика и телемедицина. - 2013. - № 10 (Т 9). - С. 136-140.
8. Кочина М.Л. Концепция формирования зрительной системы детей и подростков под влиянием визуальной нагрузки / М.Л. Кочина, А.В. Яворский // Вісник проблем біології і медицини. - 2013. - Вип. 3, Т.2. - С. 170-175.

9. Кочина М.Л. Роль качества визуальной нагрузки в процессе формирования зрительной системы детей и подростков / М.Л. Кочина // Гигиена населенных мест. - Киев. - 1999. - Вып. 35. - С. 416-424.
10. Кочина М.Л. Современные факторы визуального воздействия и их влияние на зрительный анализатор школьников / М.Л. Кочина, Л.В. Подригало, А.В. Яворский // Международный медицинский журнал. - 1999. - № 2. - С. 133-135.
11. Кочина М.Л. Офтальмологические аспекты визуального окружения современного человека / М.Л. Кочина, Л.В. Подригало, А.В. Яворский, Н.М. Маслова // Офтальмологический журнал. - 2001. - № 6. - С. 54-57.
12. Сомов Е.Е. Методы офтальмоэргоники / Е.Е. Сомов - Л. : Наука, 1989. - 157 с.
13. Шаповалов С.Л. Аккомодационная функция глаза при некоторых видах зрительной работы / С.Л. Шаповалов // Офтальмоэргоника. - 1976. - С. 43-52.
14. Яворский А.В. Возрастная динамика функциональных показателей зрительной системы детей и подростков, обеспечивающих работу на близком расстоянии / А.В. Яворский // Офтальмологический журнал. - 2006. - № 3(II). - С. 240-242.
15. Cole B.L. Do video display units cause visual problems? - A bedside story about the processes of public health decision-making / B.L. Cole // Clin. Exp. Optom. - 2003. - № 4. - P. 205-220.
16. Czepita D. Myopia — epidemiology, pathogenesis, present and coming possibilities of treatment / D. Czepita // Case Rep. Clin. Pract. Rev. - 2002. Vol. 3(4). - P. 294-300.
17. Drobe B. The presbyopic syndrome / B. Drobe, de Saint-Andre // Ophthal. Physiol. Opt. - 1995. - Vol. 15. - P. 375-378.
18. Eye Diseases Prevalence Research Group. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia // Arch. Ophthalmol. - 2004. - Vol. 122. - P. 495-505.
19. Futyma E. Evaluation of the visual function in employees working with computers / E. Futyma, M.E. Prost // Klin. Oczna. - 2002. - № 3-4. - P. 257-259.
20. Godnig E. C. Children and computer use: The impact on learning and visual Development / E.C. Godnig // J. Behav. Optom. - 2002. - Vol. 13, № 5. - P. 115-118.

Реферат

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ РІЗНИХ ВИДІВ ВІЗУАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЗОРОВОЇ СИСТЕМИ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ

Кочина М.Л., Яворський О.В., Маслова Н.М.

Ключові слова: діти, підлітки, зорова система, функціональні показники, паперовий та електронний носій інформації.

Метою роботи була оцінка впливу текстового навантаження, що реалізовано на паперовому та електронному носії, на функціональний стан зорової системи дітей та підлітків. У дослідженнях взяли участь 97 осіб у віці від 6 до 15 років, які працювали з двома текстами на паперовому носії. Перший текст був оформлений відповідно до вікових вимог (розмір шрифту 10 друкарських пунктів), другий - мав занижений розмір шрифту (7 друкарських пунктів). Робота з текстами полягала у відшукуванні і викреслюванні заданих букв. У роботі з текстом на екрані монітора взяли участь 39 підлітків. Встановлено, що текст з нормальними параметрами оформлення в усіх вікових групах викликав достовірні зміни показників зорової системи, характерні для транзиторної міопії. Після роботи з текстом із заниженими параметрами оформлення на паперовому та електронному носії виявлено три варіанти зміни показників зорової системи: перший варіант характерний для транзиторної міопії; другий - для зорового стомлення; при третьому варіанті не виявлено достовірної зміни показників, що характерно для систем зі значними функціональними резервами.

Summary

PECULIARITIES OF IMPACT PRODUCED BY DIFFERENT VISUAL LOAD ON FUNCTIONING OF VISUAL SYSTEM IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Cochina M.L., Yavorskiy E.V., Maslova N.M.

Key words: children, adolescents, visual system, functional performance, paper and electronic media.

The aim of this study was to assess the impact produced by text (in paper and electronic media) load on the functional state of the visual system in children and adolescents. The study involved 97 people aged from 6 to 15 years who worked with the two texts reading from paper. The first text was designed in accordance with the age requirements (font size 10), the second text had scale-down font 7. Operating with text consisted in searching for and crossing out the specified letters. 39 teenagers were asked to work with electronic text. It has been found out the texts designed in terms of normal parameters for all age groups have caused significant changes in the visual system, typical for transient myopia. Following the working with paper and electronic texts characterised by reduced parameters of their design we identified three variants in changing visual system functioning: the first variant was characterized by transient myopia; the second one - by visual fatigue; the third variant revealed no significant changes in visual performance that is typical for systems with large functional reserves.