

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК : 617.75 : 615.82  
ББК 56.7

**Тимченко Татьяна Валентиновна**  
старший преподаватель

г. Уфа

**Ахмадеев Рустэм Раисович**

доктор медицинских наук,

профессор

г. Уфа

**Гирфатуллина Регина Робертовна**

кандидат биологических наук,

доцент

г. Уфа

**Егорова Наталья Николаевна**

доктор медицинских наук

г. Уфа

**Timchenko Tatyana Valentinovna**

Senior Lecturer

Ufa

**Akhmadeev Rustem Raisovich,**

Doctor of Medicine,

Professor

Ufa

**Girfatullina Regina Robertovna,**

Doctor of Biology,

Associate Professor

Ufa

**Egorova Natalia Nikolaevna**

Doctor of Medicine

Ufa

**Физиологические основы индивидуальных алгоритмов профилактики  
зрительного утомления и нарушения зрительных функций у  
пользователей компьютерами средствами физической культуры**

**Physiological Bases of Individual Algorithms of Computer Users' Visual Fatigue  
and Visual Dysfunctions Prevention by Means of Physical Training**

*В статье рассматриваются проблемы, возникающие в зрительной системе у пользователей персональными компьютерами. На основе комплексного исследования зрительных функций предлагаются индивидуальные алгоритмы по коррекции зрительного утомления у пользователей персональными компьютерами.*



*The problems of a visual system while constant usage of personal computer are considered in the article. Data on integrated study of visual analyzer functional status of individual approach to computer users' visual fatigue prevention are given.*

*Ключевые слова: компьютерный зрительный синдром (КЗС), механизмы зрительного утомления, восстановление зрительных функций, офтальмотренинг, массаж.*

*Key words: computer visual syndrome (CVS), mechanisms of visual fatigue, visual functions recovery, ophthalmology training, massage.*

Такие понятия, как «компьютерный зрительный синдром - КЗС» и «зрительное утомление» получают все большее распространение не только специалистов-медиков соответствующего профиля, так и у самых широких слоев пользователей персональными компьютерами (ПК) [2,4,6,7]. Анализ данных литературы, посвященной охране зрения у пользователей ПК, показывает, что на сегодняшний день разработано и используется довольно большое количество средств и методов реабилитации зрительных функций при зрительно-напряженной работе от медикаментозной терапии до сложных аппаратных методов [3,8]. Значительное место также занимают средства ЛФК, такие как офтальмотренинги, массаж, производственная гимнастика. Рассмотрение этих методов показало их существенный недостаток – они не учитывают индивидуальных механизмов развития зрительного утомления с преобладанием либо мышечных, либо сенсорных или же психофизиологических компонентов.

С учетом вышесказанного, представляется актуальной разработка индивидуальных алгоритмов на основе комплексного исследования функционального состояния зрительной системы.

**Методика и организация исследования.** В исследовании приняли участие 38 офисных сотрудников обоего пола (из них 12 мужчин, средний возраст – 32 года, и 26 женщин, средний возраст – 43 года). Первоначально, для оценки функционального состояния всех отделов зрительной системы и особенностей развития зрительного утомления у каждого пользователя ПК был использован набор методов исследования, включающий анкетное анамнестическое исследование для количественной оценки субъективных жалоб, определение базовых офтальмологических показателей (острота зрения, рефракция), оценка функционального состояния нейрорецепторной системы зрительного анализатора (критическая частота слияния световых мельканий – КЧСМ, определение порога электрочувствительности - ПЭЧ и

электролабильности – ЭЛ). Также определялась зрительная работоспособность. Такая батарея методов исследования позволила оценить индивидуальные особенности развития зрительного утомления с преобладанием тех или иных компонентов КЗС, что было принципиально важно для последующей разработки индивидуальных алгоритмов коррекции зрительного утомления. Все исследования проведены в стандартных лабораторных условиях по общепринятым методам с соблюдением соответствующих этических требований. В ходе анализа данных был проведен корреляционный анализ, оценка достоверности по t-критерию Стьюдента, двухвыборочный F-тест для дисперсии.

При коррекции зрительного утомления мы руководствовались двумя ключевыми положениями: необходимостью учитывать физиологические механизмы и индивидуальный характер развития зрительного утомления.

На основе проведенного комплексного обследования зрительной системы для каждого пользователя ПК индивидуально был оформлен «паспорт здоровья», в который заносились все результаты исследования и в котором предлагался индивидуальный алгоритм по предотвращению зрительного утомления по следующей схеме.

Общая схема разработки алгоритма профилактики зрительного утомления у пользователей ПК

Компоненты зрительного утомления	Средства реабилитации				
	Массаж		Упражнения для		Пальминг, психокоррекция,
	Шейно-воротниковой зоны	Глазных яблок и параорбитальной области	наружных мышц глаза	внутренних мышц глаза	
Субъективный	**	**	*	*	*
Миогенный	*	*	**	**	*
Нейрорецепторный	*	*	*	*	*
Психофизиологический	**	**	*	*	*

Примечание: \* – используемые методы реабилитации

При подборе алгоритмов реабилитации зрительных функций индивидуально для каждого пользователя ПК прежде всего учитывалось преобладание того или иного компонента зрительного утомления на основе проведенного обследования. Например, при преобладании миогенного компонента КЗС со снижением адаптационных возможностей аккомодационно-



конвергентного аппарата глаза применялся, прежде всего, тренинг внутриглазных и глазодвигательных мышц с преимущественным воздействием на систему цилиарных мышц с помощью упражнений типа «раскачка». При этом для профилактики переутомления наружных и внутренних мышц глазного яблока [1,5] обязательно проведение массажа и выполнение пальминга. В профилактике нейро-рецепторных компонентов КЗС физиологически обоснованным является улучшение трофики, прежде всего сетчатки и зрительного нерва. С этой целью вполне успешно могут быть использованы массаж шейно-воротниковой зоны тонизирующей направленности, массаж глазных яблок, глазодвигательные упражнения и упражнения для цилиарной мышцы, психокоррекция (пальминг) [3,5]. Учитывая, что изменения высших зрительных функций в первую очередь происходят за счет подкорковых и корковых механизмов, их коррекция может быть проведена релаксирующим массажем шейно-воротниковой зоны, массажем глазных яблок, психокоррекцией [3,5].

Занятия проводятся малогрупповым методом (5-8 человек), состав группы формируется на основании скрининг-контроля и результатов диагностического исследования. Полный курс восстановительных мероприятий составляет 15-20 процедур, с повторным прохождением через месяц, продолжительность занятия 25-30 минут. Соотношение специальных упражнений для глаз и общеразвивающих упражнений составило 2:1.

Для оценки эффективности проведенных реабилитационных мероприятий у каждого пользователя ПК по окончании курса было проведено повторное обследование по всем первоначальным показателям. Для дальнейшего анализа полученных результатов, а также для удобства обсуждения все испытуемые по интенсивности астенопических жалоб были подразделены на 2 подгруппы: слабовыраженный и сильновыраженный зрительный дискомфорт.

**Результаты исследования.** Полученные в ходе эксперимента результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты обследования пользователей ПК  
со слабовыраженным зрительным дискомфортом ( $M \pm m$ )

№	Показатель	До реабилитации	После реабилитации	Достоверность
1	Острота зрения (правый глаз), диоптр	0,70±0,062	0,74±0,06	p>0,05
2	Острота зрения (левый глаз), диоптр	0,73±0,069	0,72±0,06	
3	Критическая частота слияния мельканий (правый глаз), Гц	33,87±1,81	41,15±0,80	<0,01
4	Критическая частота слияния мельканий (левый глаз), Гц	35,05±1,82	42,44±0,78	<0,01
5	Порог электрочувствительности (правый глаз), мкА	125,47±17,88	79,71±8,92	<0,01
6	Порог электрочувствительности (левый глаз), мкА	127,89±15,17	87,33±9,66	<0,01
7	Электролабильность (правый глаз), Гц	63,68±5,24	42,54±2,80	<0,001
8	Электролабильность (левый глаз), Гц	66,42±5,18	45,21±3,01	<0,001
9	Пропускная способность, бит/с	0,956±0,08	1,029±0,05	>0,05
10	Объем информации, бит	61,42±3,72	62,18±3,24	>0,05
11	Скорость информации, бит/с	0,63±0,07	0,91±0,07	<0,01
12	Коэффициент эффективности анализа зрительной информации, усл.ед	0,47±0,07	0,74±0,04	<0,01

Изменение показателей остроты зрения в ходе курса реабилитации зрительных функций у пользователей ПК статистически достоверно не изменяется, но имеет тенденцию к повышению правый глаз – 5,4%, левый глаз – 1,3% при достоверности ( $p > 0,05$ ). Эти данные могут говорить либо о недостаточной продолжительности курса реабилитации для получения достоверно значимых различий, либо у обследуемых, вошедших в данную группу разный тип развития астенопии.



Данные внутригруппового анализа до и после реабилитационных мероприятий показали достоверное различие при регистрации критической частоты слияния мельканий как правого, так и левого глаза. После внедрения офтальмотренинга наблюдается достоверно значимое повышение критической частоты слияния мельканий для правого глаза 17,6% и 17,4% для левого глаза ( $p < 0,01$ ) соответственно. Повышение показателей критической частоты слияния мельканий свидетельствует о нормализации функциональной активности дистальных отделов сетчатки, проводящих путей и зрительных центров.

Пороги электрочувствительности, свидетельствующие о работе нейрорецепторного аппарата зрительной системы при первоначальном срезе были значительно выше нормы  $125,47 \pm 17,88$  мкА для правого глаза и  $127,89 \pm 15,17$  мкА – для левого. После проведения курса реабилитации наблюдается значимое снижение показателей – 36,4% (правый глаз) и 31,6% (левый глаз) ( $p < 0,01$ ). Данные говорят о повышении чувствительности нейрорецепторного аппарата зрительной системы.

При регистрации электролабильности зрительной системы до начала реабилитационных мероприятий показатель правого глаза был зарегистрирован на отметке  $63,68 \pm 5,24$  Гц и левого -  $66,42 \pm 5,18$  Гц, данные превышают показатели нормы в значительной степени, что может говорить о повышенной возбудимости проксимальных отделов сетчатки. После проведения реабилитационных мероприятий значения электролабильности значимо понижается до нормальных величин правый глаз на 33,1% и левый глаз на 31,9% ( $p < 0,001$ ) соответственно.

Достоверно значимых различий по пропускной способности и объему обработанной информации до и после реабилитационных мероприятий не обнаружено. Интересен тот факт, что до начала курса реабилитации значения пропускной способности были значительно ниже нормы, в то время как после проведения курса реабилитации значения максимально близко приблизились к нижней границе нормы ( $1,029 \pm 0,05$ , при норме – 1,08-1,42 бит/сек).

Объем переработки зрительной информации также не претерпели значительных изменений (с  $61,42 \pm 3,72$  до  $62,18 \pm 3,24$  бит)

Скорость обработки зрительной информации имеет важное значение для лиц, чья работа связана с постоянной монотонной работой на ПК. В ходе проведения профилактических мероприятий достоверно изменилась. Значение скорости обработки зрительной информации повысилось на 30,7%. В свою

очередь повышение скорости обработки зрительной информации не повлияло на изменение пропускной способности и объема зрительной информации, которые статистически достоверно не изменились. Лишь только в случае рассмотрения показателя пропускной способности можно говорить о положительной тенденции, где результаты после проведения реабилитационных мероприятий приблизилась к нижней границе нормы. В группе со слабо выраженными астенопическими произошло значительное повышение коэффициента эффективности анализа зрительной информации на 36,4% (при достоверности  $p < 0,01$ ).

Таблица 2

Результаты обследования пользователей ПК  
с сильно выраженным зрительным дискомфортом ( $M \pm m$ )

№	Показатель	До реабилитации	После реабилитации	Достоверность
1	Острота зрения (правый глаз), диоптр	0,49±0,10	0,60±0,13	>0,05
2	Острота зрения (левый глаз), диоптр	0,59±0,10	0,63±0,13	>0,05
3	Критическая частота слияния мельканий (правый глаз), Гц	36,53±1,90	44,69±2,04	<0,01
4	Критическая частота слияния мельканий (левый глаз), Гц	36,97±1,81	43,94±1,45	<0,01
5	Порог электрочувствительности (правый глаз), мкА	114,47±9,96	73,00±10,40	<0,01
6	Порог электрочувствительности (левый глаз), мкА	116,58±10,74	78,75±11,61	<0,05
7	Электролабильность (правый глаз), Гц	47,95±3,41	47,75±5,43	>0,05
8	Электролабильность (левый глаз), Гц	53,21±3,49	49,13±4,60	>0,05
9	Пропускная способность, бит/с	1,09±0,08	1,10±0,07	>0,05
10	Объем информации, бит	60,23±5,11	64,34±4,13	>0,05
11	Скорость информации, бит/с	0,68±0,07	0,91±0,04	<0,01
12	Эффективность обработки зрительной информации, усл.ед	0,58±0,05	0,77±0,06	<0,05



Учитывая, что состав группы уменьшился на 37% после реабилитационных мероприятий вследствие уменьшения астенопических жалоб, можно сделать следующие выводы:

1. В группе с выраженными жалобами в ходе проведения профилактических мероприятий наблюдается тенденция к повышению значений остроты зрения на 18,3% правый глаз и на 6,5% левый глаз.

2. Первоначальные значения критической частоты слияния мельканий в данной группе обследуемых находились на нижней границе нормы и соответствовали для правого глаза  $36,53 \pm 1,90$  Гц и  $36,97 \pm 1,81$  Гц для левого, что недостоверно ниже показателей обследуемых группы со слабо выраженными жалобами ( $33,87 \pm 1,81$  и  $35,05 \pm 1,82$ , соответственно). Объективно утомление зрительного анализатора проявляется снижением критической частоты слияния световых мельканий ниже 37 Гц. На втором этапе обследования показатели критической частоты слияния мельканий в группе с выраженными жалобами достоверно повысились правый глаз на 18% и левый глаз 15,9% ( $p < 0,01$ ). Повышения данного показателя до нормальных величин указывает на нормализацию работы, как фоторецепторного аппарата, так и проводящих путей зрительной системы.

3. При регистрации порога электрочувствительности до проведения курса реабилитации были получены следующие данные для правого глаза -  $114,47 \pm 9,96$  мкА и левого глаза -  $116,58 \pm 10,74$  мкА, что значительно превышает показатели нормы и показывает влияние внутрицентральных процессов на зрительную систему. Мы считаем, что главным образом возникновение фосфена при электростимуляции связано, прежде всего, вследствие возбуждения ганглиозных клеток сетчатки и волокон зрительного нерва.

После проведения комплекса реабилитационных мероприятий снижение порога электрочувствительности для правого глаза произошло более чем на 40 мкА, что составило 36,1%, показатель для левого глаза снизился на 38 мкА, что составило 32,1%.

В группе с выраженными астенопическими жалобами также произошло достоверное повышение показателя эффективности обработки зрительной информации на 24,6% ( $p < 0,05$ ).

Межгрупповые различия до проведения курса реабилитации наблюдаются в показателях электролабильности в группе со слабовыраженными жалобами  $63,68 \pm 5,24$  (правый глаз) и  $66,42 \pm 5,18$  (левый глаз) ( $p < 0,01$ ) и в группе с

выраженными жалобами  $47,95 \pm 3,41$  (правый глаз) ( $p < 0,01$ ) и  $53,21 \pm 3,49$  (левый глаз) ( $p < 0,01$ ).

Межгрупповой анализ после проведения реабилитационных мероприятий выявил статистически значимые различия по показателю критической частоты слияния мельканий (правый глаз) -  $45,43 \pm 2,04$  (в группе с выраженными жалобами) и  $40,98 \pm 0,80$  (в группе со слабовыраженными жалобами) ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Таким образом, анализ данных литературы, а также наш собственный практический опыт работы с пользователями персональными компьютерами показал настоятельную необходимость в индивидуальном подходе при подборе физических средств реабилитации для профилактики зрительного утомления у пользователей ПК. Комплексное исследование функционального состояния зрительной системы и зрительной работоспособности позволило разработать индивидуальные алгоритмы для улучшения функционального состояния зрительной системы у пользователей ПК с учетом механизма развития и индивидуальных особенностей протекания зрительного утомления. Тенденция к повышению остроты зрения, достоверное повышение критической частоты слияния мельканий, снижение порогов электрочувствительности, повышение порогов электролабильности и достоверное повышение эффективности анализа зрительной информации подтверждают эффективность использования предложенного нами подхода.

#### *Библиографический список*

1. Бейтс, У.Г. Улучшение зрения без очков по методу Бейтса [Текст]/ У.Г. Бейтс. - М.: Воздушный транспорт, 1990.- 220 с.
2. Большакова, В.А. Функциональные нарушения органа зрения и их профилактика у профессиональных пользователей ПЭВМ [Текст]/ В.А. Большакова // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. - № 10. – С. 27-30.
3. Восстановительная офтальмология [Текст]/ Под ред. А.Н. Разумова, И.Г. Овечкина. – М.: Медицина, 2006.- 90 страниц.
4. Горячкина, Т.Г. К оценке функционального состояния человека-оператора [Текст]/ Т.Г. Горячкина, В.И. Евдокимова, П.М. Шалимов // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. - № 8. – С. 35-38.
5. Демирчоглян, Г.Г. Компьютер и здоровье [Текст]/ Г.Г. Демирчоглян // Советский спорт. – 1995. – С. 64.
6. Дядина, У.В. Причины и механизмы астенопии [Текст]/ У.В. Дядина, Ю.З. Розенблюм // Вести оптометрии. - 2004. - № 3. - С. 26-31.
7. Корнюшина, Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления и перенапряжения и меры их профилактики: автореф. дис. ...



докт. мед. наук. - М., 1999. - 46 с

8. Розенблюм, Ю.З. Пути развития офтальмоэргономики [Текст]/ Ю.З. Розенблюм, А.А. Фейгин, Т.А. Корнюшина // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. - № 6. – С. 1-5.

### *Bibliography*

1. Beyts, W.G. Sight Improvement Without Glasses by Beyts' Method [Text] / W.G.Bejts. - M.: Air Transport, 1990.- 220 p.
2. Bolshakova, V.A. Functional Infringements of Sight Organs and Their Prevention with Professional ABM Users [Text] / V.A.Bolshakova // Medicine of Labour and Industrial Ecology. – 2004. - №10. – P. 27-30.
3. Regenerative Ophthalmology [Text] /Edited by A.N.Razumov, I.G.Ovechkin. – M.: Medicine, 2006.- 90 p.
4. Goryachkina, T.G. On Estimation of Functional Condition of a Person-Operator [Text] / T.G.Goryachkina, V.I.Evdokimova, P.M.Shalimov // Medicine of Labour and Industrial Ecology. – 2006. - №8. – P. 35-38.
5. Demirchoglyan, G.G. Computer and Health [Text] / G.G.Demirchoglyan // Soviet Sport. – 1995. – 64 p.
6. Dyadina, Yu.V. Reasons and Mechanisms of Astenopiya [Text] / Yu.V.Dyadina Yu.Z.Rozenblyum // Bulletin of Optometry. - 2004. - №3. - P. 26-31.
7. Kornyushina, T.A. Physiological Mechanisms of Visual Exhaustion and Overstrain Development and Their Preventive Measures: Synopsis of Doctor's Thesis ( Medicine) 1999. - 46 p.
8. Rozenblyum, Yu.Z. Ways of Pphthalamoergonomics Development [Text] / Yu.Z.Rozenblyum, A.A.Feygin, T.A.Kornyushina // Medicine of Labour and Industrial Ecology. – 2002. - №6. – P. 1-5.