

УДК 612.776.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.08

## ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-ЭРГОНОМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАЗВИТИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО УТОМЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С ВИДЕОДИСПЛЕЙНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ

**В.В. Матюхин, Э.Ф. Шардакова, Е.Г. Ямпольская, В.В. Елизарова**

Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, Россия, 105275,  
г. Москва, пр-т Буденного, 31

---

*Обследованы профессиональные группы пользователей видеодисплейных терминалов (ВДТ). Основной вид деятельности работников – ввод информации в компьютер и считывание информации с экрана. Фактором риска развития нарушений здоровья является постоянная визуальная работа с экраном дисплея. Последнее способствует возникновению напряжения зрительного анализатора, которое проявляется в снижении объема аккомодации в результате изменения ближайшей и дальнейшей точек ясного видения. С увеличением времени работы с экраном возрастает утомление, снижается работоспособность зрительного анализатора. О развитии зрительного утомления свидетельствуют и изменения временных характеристик устойчивости ясного видения, определяемых по времени восприятия последовательного контраста и критической частоте слияния световых мельканий, отражающей лабильность центральной нервной системы.*

*Выполнение зрительно-напряженной работы с ВДТ в течение длительного времени вызывает напряжение тех систем организма, которые обеспечивают зрительный процесс. Малоподвижная принудительная поза (сидя) также может быть причиной снижения физической работоспособности. Исследования, проведенные в производственных условиях на лицах, работающих с ВДТ более 4 ч за смену, позволили выявить зависимость между уровнем общей физической работоспособности (ОФР) и изменениями в зрительном анализаторе в динамике смены. Чем ниже уровень ОФР работающих, как женщин, так и мужчин, тем в большей степени выражено у них снижение объема аккомодации. Показано, что выполнение зрительно-напряженной работы лицами с низким уровнем ОФР может способствовать переходу развивающегося в динамике смены напряжения зрительного анализатора в перенапряжение.*

*Для профилактики зрительного и общего утомления у пользователей ВДТ необходимы комплексные профилактические мероприятия, которые включают режимы труда и отдыха, профилактические мероприятия для снятия зрительного напряжения, методы коррекции, способствующие повышению уровня ОФР, рациональную организацию рабочего места.*

**Ключевые слова:** профессиональный пользователь, видеодисплейный терминал, зрительный анализатор, зрительное напряжение, объем аккомодации, общая физическая работоспособность.

---

В настоящее время в различных отраслях экономической деятельности широко используются компьютерные установки, в частности, выполняются такие виды работ, как конструкторские, технологические, управленческие, бухгалтерские и многие другие. Помимо производственной деятельности компьютеры находят большое применение и в повседневной жизни человека. Показано, что более 3 миллионов человек не только большую часть времени рабо-

тают с компьютерами в условиях производства, но часто свободные от работы часы проводят за экраном ВДТ (ноутбуки, смартфоны, телевизоры и др.). В связи с этим возникла существенная необходимость всестороннего изучения воздействий видеодисплейных терминалов (ВДТ) на здоровье пользователей, на что было указано в решении № 99 ВОЗ в 1989 г. [2].

Работа с экраном ВДТ многофункциональна и связана с нагрузками на различные системы

---

© Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф., Ямпольская Е.Г., Елизарова В.В., 2017

**Матюхин Владимир Васильевич** – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; тел. 8 (495) 365-09-63).

**Шардакова Эмилия Федоровна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; тел. 8 (495) 365-09-63).

**Ямпольская Елизавета Григорьевна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; тел. 8 (495) 365-09-63).

**Елизарова Валентина Васильевна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; тел. 8 (495) 365-09-63).

организма оператора [5, 20, 21, 23]. В зависимости от профессиональной деятельности пользователей ВДТ (от ввода информации до операторов, управляющих сложными технологическими процессами) их работа существенно различается по интенсивности и длительности воздействия интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок, которые формируют различные по степени категории напряженности труда.

Анализ проведенных исследований [11, 13, 15] профессиональной деятельности пользователей ВДТ показал, что ведущим фактором развития зрительного напряжения является изображение на экране ВДТ, которое существенно отличается от изображения на бумажном носителе. Утомление, возникающее у профессиональных пользователей ВДТ, имеет некоторые специфические черты [4, 7, 14, 22]. Однако длительная и интенсивная работа с экраном ВДТ приводит к развитию состояния перенапряжения зрительного анализатора, которое рассматривается как «компьютерный зрительный синдром» с развитием профессиональной офтальмопатии у операторов ПЭВМ [6, 16, 24]. При работе с ВДТ можно выделить три близких, но не тождественных состояния, способствующих снижению эффективности работы, – утомление, монотония и психическое пресыщение. Утомление можно охарактеризовать как естественную реакцию, связанную с нарастанием напряжения вследствие выполнения зрительно-напряженной работы. На этом фоне следует особо выделить, что данная профессиональная деятельность выполняется преимущественно в малоподвижной позе – сидя. В то же время известно, что уменьшение двигательной активности (гипокинезия) приводит к существенному снижению общей физической работоспособности (ОФР) человека, проявляющейся рядом негативных последствий в ЦНС, сердечно-сосудистой, периферической нервно-мышечной системах и на функциональном состоянии зрительного анализатора [3, 12, 17, 18]. Показано, что у работников со зрительно-напряженной деятельностью и прецизионным характером труда (с лупой, увеличительным стеклом, микроскопом) повышение ОФР методом тренировок на велоэргометре улучшает субъективную оценку состояния работником и восстанавливает функциональные возможности систем его организма, включая зрительный анализатор [8, 19]. При этом необходимо отметить, что аналогичных исследований у профессиональных пользователей ВДТ с оценкой уровней ОФР и характе-

ром неблагоприятных изменений в зрительном анализаторе, с учетом гендерных различий, в динамике рабочей смены вообще не проводилось, что и послужило основанием данной работы.

**Цель исследования** – изучить в процессе работы с ВДТ особенности физиологических изменений зрительного анализатора у лиц (женщин и мужчин) с учетом общей физической работоспособности и обосновать физиолого-эргономические мероприятия по снижению риска развития зрительного утомления.

**Материалы и методы.** Применялись методы, позволяющие достаточно полно охарактеризовать в производственных условиях состояние зрительного анализатора. Используемый комплекс методов включал: определение объема аккомодации, времени восприятия последовательного контраста (ВВПК) и критической частоты слияния световых мельканий (КЧССМ).

Определение общей физической работоспособности (ОФР) проводилось по тесту  $PWC_{170}$  с применением велоэргометра. Обследуемому предлагались две нагрузки по 5 минут каждая с 3-минутным отдыхом между ними (первая нагрузка – 25 Вт (150 кг·м/мин), вторая нагрузка – 75–100 Вт (450–600 кг·м/мин), с регистрацией ЧСС в последние 30 секунд. Расчет  $PWC_{170}$  производился по традиционной формуле [10].

Среди профессиональных групп пользователей ВДТ проанализированы профессии, в которых необходим ввод информации в компьютер (бухгалтеры, конструкторы, редакторы, телеграфисты, банковские служащие и др.) и считывание информации с экрана (технологи, операторы службы «09», работники телецентра и др.). Все обследованные – практически здоровые лица в возрасте 25–30 лет со стажем работы не менее 3 лет. Всего обследовано 175 человек в динамике рабочей смены. Для оценки ОФР обследовано 184 профессиональных пользователя ВДТ (113 мужчин и 71 женщина в возрасте 25–39 лет).

**Результаты и их обсуждение.** На основе проведенных исследований было выявлено, что чем больший процент времени смены занимает работа с экраном ВДТ, тем более напряженным становится труд пользователя. Установлено, что если время работы с компьютером составляет за смену 67,5 %, то коэффициент корреляции между временем работы с экраном и развивающимся напряжением зрительного анализатора составляет  $r = 0,67$  ( $p < 0,05$ ), при увеличении времени работы с экраном до

Изменение показателей аккомодации у пользователей ВДТ в зависимости от времени работы с экраном

| Время работы с экраном, ч | Время замеров     | Объем аккомодации (дптр) | Ближайшая точка ясного видения (дптр) | Дальнейшая точка ясного видения (дптр) |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| До 2                      | Начало смены      | 7,05 ± 0,26              | 7,5 ± 0,30                            | 0,45 ± 0,02                            |
|                           | Конец смены       | 6,8 ± 0,23               | 7,1 ± 0,23                            | 0,30 ± 0,05                            |
|                           | Доля изменений, % | 3,6                      | 5,4                                   | 33,4                                   |
| До 4                      | Начало смены      | 7,1 ± 0,40               | 7,8 ± 0,30                            | 0,76 ± 0,06                            |
|                           | Конец смены       | 6,6 ± 0,35               | 7,2 ± 0,28                            | 0,56 ± 0,04*                           |
|                           | Доля изменений, % | 7,1                      | 7,7                                   | 25,5                                   |
| Более 4                   | Начало смены      | 7,6 ± 0,35               | 8,4 ± 0,37                            | 0,80 ± 0,05                            |
|                           | Конец смены       | 6,3 ± 0,27*              | 6,7 ± 0,28*                           | 0,50 ± 0,03*                           |
|                           | Доля изменений, % | 17,2                     | 20,3                                  | 37,5                                   |

Примечание: \* – достоверность различий между началом и концом смены ( $p < 0,05$ ).

87,4 % за смену коэффициент корреляции существенно увеличивается – до  $r = 0,92$  ( $p < 0,001$ ).

Постоянная визуальная работа с экраном дисплея способствует возникновению напряжения зрительного анализатора, которое проявляется в снижении объема аккомодации в результате изменения ближайшей и дальнейшей точек ясного видения (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что с увеличением времени работы с экраном ВДТ возрастает процент снижения объема аккомодации, при этом вклад времени работы с экраном в снижение объема аккомодации составляет 68,6–69,4 % при коэффициенте корреляции 0,83 ( $p < 0,01$ ). О развитии зрительного утомления свидетельствуют также и изменения временных характеристик устойчивости ясного видения, определяемых по времени восприятия последовательного контраста (ВВПК), которое в динамике смены снижается на 11,4–22,9 %, и критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ), отражающей лабильность центральной нервной системы – снижение на 6,5–15,0 %.

Кроме того, длительная работа с экраном ВДТ, как правило, сопровождается субъективными ощущениями: наиболее типичными являются «покраснение глаз и глазных яблок» (48,4 %), «слезотечение» (36,2 %), «затуманивание зрения вдали» (34,2 %), «нечеткость видения вблизи» (29,8 %), «жжение или боли в глазах» (31,9 %), «резь в глазах» (43,8 %), «зрительное утомление» (70,3 %), «общее утомление» (52,4 %). Развитие этих жалоб может быть обусловлено, с одной стороны, особенностями экранного изображения – низкая контрастность, мерцание экрана, частые перепады яркости и др., а с другой – временем работы с экраном ВДТ:

продолжительностью фиксации взгляда на экране, частой переадаптацией глаз с экрана на бумажный носитель и обратно. Во время выполнения работы пользователям ВДТ часто приходится переводить взгляд в направлении «экран – клавиатура – документация». Частая переадаптация глаза к различным яркостям и расстояниям является одним из главных негативных факторов при работе с дисплеем. При такой работе появляется быстрое утомление, затуманенность зрения, двоение предметов. Комплекс выявленных нарушений в литературе объединяется в понятие «компьютерный зрительный синдром». Как показали научные данные, у профессиональных пользователей ВДТ частота развития данного синдрома составляла 28,5 %, причем лица, работающие на компьютере более 4 часов за смену, в 96 % случаев отмечали его наличие, что проявлялось у них в различном снижении остроты зрения, наличии спазма аккомодации и других изменениях зрительного анализатора [1, 9].

Для профилактики зрительного и общего утомления у пользователей ВДТ необходимы комплексные профилактические мероприятия, которые включают периодические медицинские осмотры, режимы труда и отдыха, рациональную организацию рабочего места.

Для поддержания работоспособности на оптимальном уровне в течение смены необходимо введение регламентированных перерывов: при этом следует учесть, что если работа по вводу информации (до 20 000 знаков) или в режиме диалога составляет до 2 ч за смену, то необходимо предусмотреть введение регламентированного перерыва общей продолжительностью до 30 мин. Работа по вводу информации

до 40 000 знаков или в диалоговом режиме до 4 ч за смену приводит к развитию зрительного утомления, для профилактики которого необходимо введение регламентированных перерывов общей продолжительностью до 50 мин. Еще более жесткие требования предъявляет зрительная работа при вводе информации до 60 000 знаков и работа в диалоговом режиме до 6 ч за смену. Такая работа на фоне развития зрительного и общего утомления приводит к перенапряжению зрительного анализатора, соответственно, необходимо введение регламентированных перерывов общей продолжительностью до 70 мин за смену.

Во время регламентированных перерывов не следует выполнять никакой зрительной работы, рекомендуется оставлять свое рабочее место и по возможности выходить в зону отдыха или на свежий воздух, постараться чередовать работу с компьютером с другими видами работ. Во время перерывов следует выполнять упражнения для улучшения кровообращения в глазных яблоках и на расслабление мышц корпуса и рук, а также проводить самомассаж волосистой части головы. В течение регламентированных перерывов следует использовать витаминно-минеральный комплекс «Живая клетка» для профилактики развития компьютерного зрительного синдрома [1].

Необходимо при этом отметить, что труд работников зрительно-напряженного вида деятельности протекает в малоподвижной позе – сидя, и, следовательно, может быть причиной снижения физической работоспособности. Обследование лиц, работающих с ВДТ более 4 ч за смену, проведенное в производственных условиях, позволило выявить зависимость между уровнем их общей физической работоспособности (ОФР) и изменениями в зрительном анализаторе в динамике смены. В табл. 2 представлены данные трех уровней ОФР у лиц (мужчины

и женщины в возрасте 25–39 лет) и характер их распределения (%).

Оценка уровня ОФР среди профессиональных пользователей ВДТ показала, что 37 % мужчин имеют низкий уровень ОФР, 46 % – средний и только 17 % – высокие значения. У 54 % обследованных женщин выявлен низкий уровень ОФР, у 37 % – средний, и только у 9 % – высокий.

Проведенные исследования позволили выявить различия в развитии зрительного утомления у профессиональных пользователей в динамике смены от уровня ОФР (табл. 3).

Из данных, представленных в табл. 3, видно, что в группе женщин-пользователей ВДТ в динамике смены отмечено снижение объема аккомодации, которое составило в различных профессиональных группах 0,25–1,3 дптр, или 3,6–17,2 %. При этом следует отметить, что снижение объема аккомодации происходит за счет удаления ближайшей точки ясного видения на 0,4–1,7 дптр, или 5,4–20,3 %. Дальнейшая точка ясного видения в течение смены приближается к глазу на 11,6–37,5 %. При анализе полученных данных необходимо отметить, что изменение объема аккомодации тесно связано с уровнем физической работоспособности пользователей ВДТ. Чем ниже уровень ОФР работающих женщин, тем в большей степени выражено у них снижение объема аккомодации: так, при низком уровне ОФР доля снижения объема аккомодации составляет 17,2 %, в то время как у лиц с высоким уровнем ОФР она равна 3,6 %. В группе мужчин отмечались аналогичные показатели снижения объема абсолютной аккомодации, которые составляли от 13,1 до 3,0 %, однако, принимая во внимание, что мужчины более физически тренированы, чем женщины, изменения в динамике смены у них выражены в меньшей степени по сравнению с женщинами, даже при низком уровне ОФР.

Таблица 2

Показатели трех уровней ОФР у мужчин и женщин в возрасте 25–39 лет, работающих с ВДТ

| Показатель                       | Работа с компьютером |                 |                 |                |                 |                 |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                                  | Женщины              |                 |                 | Мужчины        |                 |                 |
|                                  | Низкий уровень       | Средний уровень | Высокий уровень | Низкий уровень | Средний уровень | Высокий уровень |
| МПК, мл/мин·кг                   | < 28,0               | 29,0–36,0       | > 37,0          | < 33,0         | 34,0–40,0       | > 40,0          |
| PWC <sub>170</sub> , кг·м/мин·кг | < 14,0               | 15,0–17,0       | > 18,0          | < 15,0         | 16,0–19,0       | > 20,0          |
| Доля обследованных, %            | 54                   | 37              | 9               | 37             | 46              | 17              |

## Изменение объема аккомодации, ВВПК и КЧССМ у профессиональных пользователей ВДТ в зависимости от уровня ОФР в динамике рабочего дня

| Уровень ОФР    | Время измерения   | Объем аккомодации (дптр) | ВВПК (с)    | КЧССМ (Гц)   |
|----------------|-------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| <i>Женщины</i> |                   |                          |             |              |
| Низкий         | Начало смены      | 7,6 ± 0,35               | 8,3 ± 0,69  | 42,4 ± 1,14  |
|                | Конец смены       | 6,3 ± 0,27*              | 6,4 ± 0,52* | 34,1 ± 0,63* |
|                | Доля изменений, % | 17,2                     | 22,9        | 19,4         |
| Средний        | Начало смены      | 7,1 ± 0,40               | 9,6 ± 0,48  | 39,9 ± 1,08  |
|                | Конец смены       | 6,6 ± 0,35               | 8,4 ± 0,56  | 34,9 ± 0,64* |
|                | Доля изменений, % | 7,1                      | 12,5        | 12,6         |
| Высокий        | Начало смены      | 7,05 ± 0,26              | 8,8 ± 0,69  | 40,2 ± 1,04  |
|                | Конец смены       | 6,8 ± 0,23               | 7,8 ± 0,71  | 37,6 ± 0,67  |
|                | Доля изменений, % | 3,6                      | 11,4        | 6,5          |
| <i>Мужчины</i> |                   |                          |             |              |
| Низкий         | Начало смены      | 6,44 ± 0,31              | 7,5 ± 0,39  | 43,4 ± 1,04  |
|                | Конец смены       | 5,60 ± 0,29*             | 6,4 ± 0,42  | 36,2 ± 0,93* |
|                | Доля изменений, % | 13,1                     | 16,7        | 16,3         |
| Средний        | Начало смены      | 6,93 ± 0,24              | 8,7 ± 0,28  | 40,9 ± 1,08  |
|                | Конец смены       | 6,40 ± 0,28              | 7,8 ± 0,32  | 36,6 ± 0,84* |
|                | Доля изменений, % | 7,7                      | 10,4        | 10,6         |
| Высокий        | Начало смены      | 7,02 ± 0,26              | 8,4 ± 0,42  | 41,6 ± 0,94  |
|                | Конец смены       | 6,81 ± 0,34              | 7,9 ± 0,51  | 38,4 ± 0,62  |
|                | Доля изменений, % | 3,0                      | 6,0         | 7,7          |

Пр и м е ч а н и е: \* – достоверность различий между началом и концом смены ( $p < 0,05$ ).

Проведенный множественный регрессионный анализ показал, что вклад уровня ОФР в изменение объема аккомодации в группах мужчин и женщин примерно одинаков и составляет 68,6–69,4 % при коэффициенте корреляции 0,82–0,83, т.е. чем ниже уровень физической работоспособности, тем в большей мере выражено снижение объема аккомодации и, следовательно, снижение работоспособности зрительно-анализатора.

О снижении работоспособности зрительного анализатора, как у мужчин, так и у женщин можно также судить по изменению временных характеристик органа зрения – ВВПК и КЧССМ, свидетельствующих о развитии зрительного утомления. При этом наиболее выраженное и неблагоприятное снижение всех показателей установлено у лиц с низкими уровнями общей физической работоспособности, независимо от гендерной принадлежности.

Снижение уровня физической работоспособности способствует увеличению числа лиц, предъявляющих различные жалобы. Так, у профессиональных пользователей ВДТ с низким уровнем ОФР доля лиц среди женщин, предъявляющих жалобы, колеблется от 9,2 до 12,8 % в начале смены, а в конце ее – до 34,9–70,5 %.

Количество женщин с высоким уровнем ОФР, предъявляющих жалобы, составило 2,5–6,3 % в начале и 3,7–28,6 % – в конце работы. Среди пользователей-мужчин число предъявляющих жалобы на зрительный дискомфорт было несколько меньше, чем у женщин. Так, при низком уровне ОФР в начале работы предъявляли жалобы 7,2–10,8 %, к концу работы их доля достигала 23,8–60,9 %. У мужчин с высоким уровнем ОФР в начале работы 1,2–5,1 % предъявляли жалобы, а в конце смены этот показатель увеличивался до 7,0–25,6 %.

Следовательно, для поддержания работоспособности на оптимальном уровне при выполнении зрительно-напряженных работ с экраном ВДТ необходимо, с одной стороны, проведение методов коррекции, способствующих повышению уровня ОФР, а с другой – использование профилактических мероприятий для снятия зрительного утомления. Для этой цели нами разработан специальный вид тренировок на велоэргометре, который был введен в режим рабочего дня и выполнялся во время регламентированных перерывов в процессе работы.

Тренировки осуществлялись на электрическом велоэргометре в течение трех месяцев пять раз в неделю. Нагрузка подбиралась индивиду-

ально и составляла 75–100 Вт. Каждая ступень нагрузки выполнялась в течение трех минут. Частота педалирования задавалась метрономом и составляла 60 об./мин. Общая продолжительность одного тренировочного занятия составляла 10–15 мин. В конце каждой нагрузки регистрировалась ЧСС.

В результате проведенного тренировочного периода отмечалось снижение ЧСС при выполнении нагрузки одинаковой мощности. Так, выявлено, что у лиц с низким уровнем ОФР в конце велоэргометрической нагрузки ЧСС достигала  $159,0 \pm 2,3$  уд./мин, в то время как та же нагрузка у лиц с высокой ОФР вызывала увеличение ЧСС до  $125,0 \pm 2,0$  уд./мин, т.е. при выполнении работы одинаковой мощности у лиц с низкой ОФР физиологическая стоимость работы достоверно выше, чем у лиц с высокой ОФР. Аналогичные данные были отмечены и по результатам оценки функционального состояния зрительного анализатора: так, анализ показал, что объем аккомодации в группе с низким уровнем ОФР снижался к концу смены до тренировки на 12 %, а после тренировки в результате повышения ОФР снижение составляло только 4 %. При низком уровне ОФР отмечено снижение ВВПК – на 22,9 %, а КЧССМ – на 19,4 % – в группе женщин и ВВПК – на 16,7 % и КЧССМ – на 16,3 % – в группе мужчин. Процент снижения временных характеристик в динамике смены как в группе мужчин, так и в группе женщин свидетельствует о развитии у них зрительного утомления к концу смены. У лиц с высоким уровнем ОФР выявлено снижение ВВПК на 11,4 %, КЧССМ – на 6,5 % – в группе женщин, и ВВПК – на 6,0 %, КЧССМ – на 7,7 % – в группе мужчин, т.е. к концу рабочей смены зрительное утомление практически не развивается, так как полученные показатели снижения временных характеристик не выходят за пределы величин, свидетельствующих о развитии зрительного утомления (15 %). Также после тренировочных занятий снизилось число лиц, предъявляющих жалобы на возникновение субъективных ощущений чувства усталости и зрительный дискомфорт.

На основании результатов исследований обоснованы «нормативные» (стандартные) уровни общей физической работоспособности (подготовленности) при работе с ВДТ для женщин и мужчин по показателям  $PWC_{170}$  (женщины  $\geq 15,0$ , мужчины  $\geq 16,0$  кг·м/мин·кг) и МПК (женщины  $\geq 29,0$ , мужчины  $\geq 34,0$  мл/мин·кг).

При работе с видеотерминалами необходимо соблюдать и эргономические требования.

Конструкция рабочей мебели (столы, кресла) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя для создания удобной рабочей позы. При оборудовании рабочего места пользователя дисплея видеотерминал следует устанавливать на специальном столике таким образом, чтобы задняя панель была обращена к стене, при этом экран не должен располагаться напротив окна или других источников света, дающих блики на экране. Стол должен быть таким, чтобы расстояние от пользователя до экрана составляло 60–70 см, до клавиатуры – 30–40 см. Большую роль при работе с экраном ВДТ имеют условия освещенности рабочего места, необходимые для сохранения зрительного комфорта. Общая освещенность в комнате, где расположены терминалы, должна быть в пределах 300–500 лк. При этом помимо ламп, освещающих комнату, должна быть предусмотрена местная (не менее 60 Вт) лампа с плотным абажуром, освещающая только текст, с которым работает пользователь.

**Выводы.** Установлено, что при отсутствии специальных профилактических мероприятий у работников возрастает уровень функционального перенапряжения зрительного анализатора, что приводит к снижению работоспособности. Профилактические мероприятия при работе с ВДТ должны быть направлены, в первую очередь, на предупреждение развития зрительного перенапряжения – зрительная гимнастика, включенная в режим рабочего дня и направленная на восстановление аккомодации и тренировку глазных мышц, а также на улучшение кровообращения глаз.

В течение регламентированных перерывов следует использовать витаминно-минеральные комплексы для профилактики развития компьютерного зрительного синдрома. Принимая во внимание, что работа пользователей ВДТ выполняется в малоподвижной рабочей позе, т.е. в условиях производственной гипокинезии, необходимо предусмотреть увеличение объема и интенсивности двигательной активности как в режиме рабочего дня, так и в свободное от работы время.

С целью повышения уровня общей физической работоспособности до «нормативных» значений и устойчивости к воздействию факторов трудового процесса разработаны специальные программы, в основу которых положены принципы комплексности средств физической культуры и воспитания.

### Список литературы

1. Бакуткин И.В., Спирин В.Ф., Бакуткин В.В. Ранняя диагностика зрительного утомления и близорукости в условиях высокой зрительной нагрузки в течение рабочей смены // *Профессия и здоровье: материалы XI Всероссийского конгресса, 27–29 ноября 2012 г.* / под общей ред. Н.Ф. Измерова. – М.: РЕИНФОР, 2012. – С. 75–76.
2. Видеодисплейные терминалы и здоровье пользователей: материалы Всемирной организации здравоохранения № 99 / пер. с англ. В.М. Бондаровской, А.С. Коваленко. – Женева: ВОЗ, 1989. – 150 с.
3. Двигательная активность и здоровье / Н.А. Агаджанян, В.Г. Двоеносов, Н.В. Ермакова, Г.В. Морозова, Р.А. Юсупов. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – 216 с.
4. Зрительное утомление при работе с видеодисплейными терминалами и современные методы его профилактики / С.А. Игнатъев, Т.А. Корнюшина, С.Л. Шаповалов, Т.И. Милявская. – М.: Изд-во «МИК», 2013. – 240 с.
5. Изучение вегетативных нарушений у пользователей видеодисплейных терминалов / Л.М. Фатхутдинова, М.Ф. Измаилов, Н.Х. Амиров, А.Б. Галлямов // *Казанский медицинский журнал.* – 1999. – № 6. – С. 443–445.
6. Компьютерный зрительный синдром и развитие профессиональной офтальмопатии у операторов ПЭВМ / М.А. Кузьменко, Е.Л. Потеряева, О.Г. Гусаревич, В.Л. Ромейко // *Медицина труда и промышленная экология.* – 2010. – № 1. – С. 31–35.
7. Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления при выполнении зрительно-напряженных работ // *Вестник офтальмологии.* – 2000. – № 4. – С. 33–36.
8. Кудряшова Ж.М. О некоторых особенностях зрительного сенсорного восприятия при длительном ограничении мышечной активности // *Функционирование анализаторов при действии на организм экстремальных раздражителей: сборник материалов симпозиума.* – Л., 1974. – С. 21–24.
9. Кузьменко М.А., Несина И.А., Потеряева Е.Л. Использование витаминно-минерального комплекса «Живая клетка» для профилактики компьютерного зрительного синдрома у офисных работников // *Профессия и здоровье: материалы IX Всероссийского конгресса и IV Всероссийского съезда врачей-профпатологов* / под общей ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Дельта, 2010. – С. 296–298.
10. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / под ред. академика РАН И.Б. Ушакова. – М.: Медицина, 2007. – 104 с.
11. Миронов А.И., Гадакчан К.А., Жилова Н.А. Физиолого-гигиеническая оценка труда и здоровья лиц зрительно-напряженного труда // *Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей* / под ред. академика РАМН проф. Г.Г. Онищенко, академика РАМН проф. А.И. Потапова. – М., 2007. – Т. 2. – С. 1180–1182.
12. Профессиональная офтальмопатия и гипокинезия: диагностика, лечение, профилактика / А.А. Фейгин, С.П. Михалева, Т.В. Корж, Т.А. Корнюшина // *Профессия и здоровье: материалы III Всероссийского конгресса* / под общей ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Дельта, 2004. – С. 415–417.
13. Саркисян Г.Т. Оценка условий труда, функциональные нарушения нервной системы, зрительного анализатора у рабочих компьютерных фирм г. Еревана и их профилактика // *Профессия и здоровье: материалы IX Всероссийского конгресса и IV Всероссийского съезда врачей-профпатологов* / под общей ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Дельта, 2010. – С. 448–450.
14. Сауткин В.С., Потапов Н.Н. Состояние зрительного анализатора и профилактика утомления при работе с видеодисплейными терминалами // *Офтальмологический журнал.* – 2000. – № 1. – С. 74–76.
15. Тебенова К.С. К вопросу о профессиональной деятельности работников ВДТ с эргономических позиций и специфики оказываемых ими услуг связи // *Гигиена труда и медицинская экология.* – 2011. – № 1. – С. 42–51.
16. Фейгин А.А. Компьютерный зрительный синдром (КЗС) у работающих на ПЭВМ // *Проблемы снижения профессиональных рисков при работе на ПЭВМ и ВДТ: сборник выступлений участников научно-практических семинаров.* – М.: ВНИИ охраны и экономики труда Росздрава, 2008. – С. 85–90.
17. Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н. Взаимосвязь показателей мышечной и сердечно-сосудистой систем при возрастающей физической нагрузке у лиц, занимающихся физической культурой и спортом // *Физиология человека.* – 2015. – Т. 41, № 4. – С. 82–90.
18. Шумилин В.К., Елин А.М. Основные факторы риска при работе на ПЭВМ и их влияние на здоровье пользователей // *Проблемы снижения профессиональных рисков при работе на ПЭВМ и ВДТ: сборник выступлений участников научно-практических семинаров.* – М.: ВНИИ охраны и экономики труда Росздрава, 2008. – С. 31–43.
19. Ямпольская Е.Г., Шардакова Э.Ф., Елизарова В.В. Особенности функциональных изменений организма работников, выполняющих прецизионные работы // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология.* – 2007. – № 6. – С. 75–79.

20. Association between duration of daily VDT use and subjective symptoms / T. Nakazawa, Y. Okubo, Y. Suwazono, E. Kobayashi, S. Komine, N. Kato, K. Nogawa // American Journal of Industrial Medicine. – 2002. – Vol. 42, № 5. – P. 421–426.
21. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTs) / J.K. Parihar, V.K. Jain, P. Chaturvedi, J. Kaushik, G. Jain, A.K. Parihar // Medical Journal Armed Forces India. – 2016. – Vol. 72, № 3. – P. 270–276.
22. Irbarren R., Irbarren G. Visual function study in work with computer // Medicina (B. Aires). – 2002. – Vol. 62, № 2. – P. 141–144.
23. Mocci F., Serra A., Corrias G.A. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals // Occupational and Environmental Medicine. – 2001. – Vol. 58, № 4. – P. 267–271.
24. Sheedy I.E. What is in a name: computer vision syndrome // Optometry. – 2002. – Vol. 73, № 7. – P. 399–402.

*Обоснование физиолого-эргономических мероприятий по снижению развития зрительного утомления при работе с видеодисплейными терминалами / В.В. Матюхин, Э.Ф. Шардакова, Е.Г. Ямпольская, В.В. Елизарова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 66–75. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.08*

UDC 612.776.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.08.eng

## **GIVING GROUNDS FOR PHYSIOLOGICAL-ERGONOMIC ACTIVITIES AIMED AT REDUCING EYE FATIGUE CAUSED BY WORK WITH VISUAL DISPLAY TERMINALS**

**V.V. Matyukhin, E.F. Shardakova, E.G. Yampolskaya, V.V. Elizarova**

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31 Budennogo Av., Moscow, 105275, Russian Federation

*The research was performed on occupational groups which combined visual display terminals (VDT) users. Basic occupational activity of such workers was information input and information read-out from a screen. Constant visual work with a display is a risk factor which can cause health disorders. It makes for visual analyzer strain which becomes apparent through decrease in accommodation as a result of changes in the closest and the farthest point of clear vision. As period of work with a screen becomes longer, fatigue grows, and visual analyzer performance decreases. There are other signs proving eye fatigue; they are changes in temporary characteristics of clear vision stability which are determined by a period of successive contrast perception, and critical fusion frequency which reflects the central nervous system instability.*

*Long-term visually stressful work with VDT causes strain in the body systems which provide visual process. Non-mobile forced "sitting" position can also cause decrease in physical efficiency. Research which was conducted on workers who had to spend more than 4 hours a shift at VDT in their working environment helped to reveal a dependence between their overall physical efficiency and changes in visual analyzer during a shift. The lower workers' physical efficiency was (both male and female), the greater accommodation decrease was detected in them. It is shown that visually stressful work performed by people with low physical efficiency can make for transfer of strain evolving during a shift into overstrain.*

*To prevent eye fatigue as well as overall one in VDT users, it is necessary to work out complex preventive activities which include work and rest regimes; preventive measures aimed at vision strain relieving; correction techniques which help to improve physical efficiency; rational workplace organization.*

**Key words:** professional user, visual display terminal, visual analyzer, vision strain, accommodation, overall physical efficiency.

© Matyukhin V.V., Shardakova E.F., Yampolskaya E.G., Elizarova V.V., 2017

**Vladimir V. Matyukhin** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; tel. +7 (495) 365-09-63).

**Emiliya F. Shardakova** – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; tel. +7 (495) 365-09-63).

**Elizaveta G. Yampolskaya** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; tel. +7 (495) 365-09-63).

**Valentina V. Elizarova** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher (e-mail: ft-matuhin@mail.ru; tel. +7 (495) 365-09-63).



## References

1. Bakutkin I.V., Spirin V.F., Bakutkin V.V. Rannaya diagnostika zritel'nogo utomleniya i blizorukosti v usloviyakh vysokoi zritel'noi nagruzki v techenie rabochei smeny [Early diagnostics of eye fatigue and myopia under high visual load during a working shift]. *Professiya i zdorov'e: Materialy XI Vserossiiskogo kongressa [Occupation and health: materials of the XI All-Russian congress]*. In: N.F. Izmerov, ed. Moscow, REINFOR Publ., 2012, pp. 75–76 (in Russian).
2. Videodispleinye terminaly i zdorov'e pol'zovatelei: materialy Vsemirnoi organizatsii zdravookhraneniya № 99 [Visual display terminals and users' health: World Health Organization materials No. 99]. From Eng. V.M. Bondarovskaya, A.S. Kovalenko. Zheneva, WHO Publ., 1989, 150 p. (in Russian).
3. Agadzhanyan N.A., Dvoenosov V.G., Ermakova N.V., Morozova G.V., Yusupov R.A. Dvigatel'naya aktivnost' i zdorov'e [Physical activity and health]. Kazan', Izd-vo KGU, Publ., 2005, 216 p. (in Russian).
4. Ignat'ev S.A., Korniyushina T.A., Shapovalov S.L., Milyavskaya T.I. Zritel'noe utomlenie pri rabote s videodispleinymi terminalami i sovremennye metody ego profilaktiki [Eye fatigue caused by work with visual display terminals and contemporary techniques used to prevent it]. Moscow, MIK, Publ., 2013, 240 p. (in Russian).
5. Fatkhutdinova L.M., Izmailov M.F., Amirov N.Kh., Gallyamov A.B. Izuchenie vegetativnykh narushenii u pol'zovatelei videodispleinykh terminalov [Studies on vegetative disorders in visual display terminals users]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 1999, no. 6, pp. 443–445 (in Russian).
6. Kuz'menko M.A., Poteryaeva E.L., Gusarevich O.G., Romeiko V.L. Komp'yuternyi zritel'nyi sindrom i razvitiye professional'noi oftal'mopatii u operatorov PEVM [Computer visual syndrome and occupational ophthalmopathy in PC operators]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2010, no. 1, pp. 31–35 (in Russian).
7. Korniyushina T.A. Fiziologicheskie mekhanizmy razvitiya zritel'nogo utomleniya pri vypolnenii zritel'no-napryazhennykh rabot [Physiological mechanisms of eye fatigue involvement caused by visually stressful work]. *Vestnik oftal'mologii*, 2000, no. 4, pp. 33–36 (in Russian).
8. Kudryashova Zh.M. O nekotorykh osobennostyakh zritel'nogo sensor'nogo vospriyatiya pri dlitel'nom ogranichenii myshechnoi aktivnosti [On certain peculiarities of visual sensory perception under long-term restricted muscular activity]. *Funktsionirovanie analizatorov pri deistvii na organizm ekstremal'nykh razdrashitelei: Sbornik materialov simpoziuma*. Leningrad, 1974, pp. 21–24 (in Russian).
9. Kuz'menko M.A., Nesina I.A., Poteryaeva E.L. Ispol'zovanie vitaminno-mineral'nogo kompleksa «zhivaya kletka» dlya profilaktiki komp'yuternogo zritel'nogo sindroma u ofisnykh rabotnikov [Use of "living cell" vitamin and minerals complex to prevent computer visual syndrome in office workers]. *Professiya i zdorov'e: Materialy IX Vserossiiskogo kongressa i IV Vserossiiskogo s"ezda vrachei-profpatologov [Occupation and health: materials of the XI All-Russian congress and IV All-Russian congress of occupational pathologists]*. In N.F. Izmerov, ed. Moscow, Del'ta Publ., 2010, pp. 296–298 (in Russian).
10. Metody issledovaniya i farmakologicheskoi korrertsii fizicheskoi rabotosposobnosti cheloveka [Techniques for examination and pharmaceutical correction of human physical performance]. In: I.B. Ushakov, ed. Moscow, Meditsina Publ., 2007, 104 p. (in Russian).
11. Mironov A.I., Gadakchan K.A., Zhilova N.A. Fiziologo-gigienicheskaya otsenka truda i zdorov'ya lits zritel'no-napryazhennogo truda [Physiological-hygienic assessment of labor and health for people employed at workplaces with visually stressful labor]. *Materialy X Vserossiiskogo s"ezda gigienistov i sanitarnykh vrachei [Materials of X All-Russian congress of hygienists and sanitary inspectors]*. In: G.G. Onishchenko, A.I. Potapov, eds. Moscow, 2007, vol. 2, pp. 1180–1182 (in Russian).
12. Feigin A.A., Mikhaleva S.P., Korzh T.V., Korniyushina T.A. Professional'naya oftal'mopatiya i gipokineziya: diagnostika, lechenie, profilaktika [Occupational ophthalmopathy and hypokinesia: diagnostics, treatment, and prevention]. *Professiya i zdorov'e: Materialy III Vserossiiskogo kongressa [Occupation and health: Materials of III All-Russian congress]*. In: N.F. Izmerov, ed. Moscow, Del'ta, Publ., 2004, pp. 415–417 (in Russian).
13. Sarkisyan G.T. Otsenka uslovii truda, funktsional'nye narusheniya nervnoi sistemy, zritel'nogo analizatora u rabochikh komp'yuternykh firm g. Erevana i ikh profilaktika [Working conditions assessment, functional disorders of nervous system and visual analyzer in workers employed by computer firms in city of Erevan and their prevention]. *Professiya i zdorov'e: Materialy IX Vserossiiskogo kongressa i IV Vserossiiskogo s"ezda vrachei-profpatologov [Occupation and health: materials of the XI All-Russian congress and IV All-Russian congress of occupational pathologists]*. In: N.F. Izmerov, eds. Moscow, Del'ta, Publ., 2010, pp. 448–450 (in Russian).
14. Sautkin V.S., Potapov N.N. Sostoyanie zritel'nogo analizatora i profilaktika utomleniya pri rabote s videodispleinymi terminalami [Visual analyzer state and prevention of fatigue during work with visual display terminals]. *Oftal'mologicheskii zhurnal*, 2000, no. 1, pp. 74–76 (in Russian).
15. Tebenova K.S. K voprosu o professional'noi deyatelnosti rabotnikov VDT s ergonomicheskikh pozitsii i spetsifiki okazyvaemykh imi uslug svyazi [On issues of occupational activities which VDT workers are involved in from the ergonomic point of view and peculiarities of communication services they provide]. *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya*, 2011, no. 1, pp. 42–51 (in Russian).

16. Feigin A.A. Komp'yuternyi zritel'nyi sindrom (KZS) u rabotayushchikh na PEVM [Computer vision syndrome (CVS) in people working on PCs]. *Problemy snizheniya professional'nykh riskov pri rabote na PEVM i VDT: sbornik vystuplenii uchastnikov nauchno-prakticheskikh seminarov [Issues of lowering occupational risks during work on a PC or with a VDT: a collection of reports by participants of theory and practical workshops]*. Moscow, VNIi okhrany i ekonomiki truda Roszdrava, Publ., 2008, pp. 85–90 (in Russian).

17. Fudin N.A., Klassina S.Ya., Pigareva S.N. Vzaimosvyaz' pokazatelei myshechnoi i serdechno-sosudistoi sistem pri vozrastayushchei fizicheskoi nagruzke u lits, zanimayushchikhsya fizicheskoi kul'turoi i sportom [Relationship between the parameters of muscular and cardiovascular systems in graded exercise testing in subjects doing regular exercises and sports]. *Fiziologiya cheloveka*, 2015, vol. 41, no. 4, pp. 82–90 (in Russian).

18. Shumilin V.K., Elin A.M. Osnovnye faktory riska pri rabote na PEVM i ikh vliyanie na zdorov'e pol'zovatelei [Basic risk factors of work on PCs and their influence on users' health]. *Problemy snizheniya professional'nykh riskov pri rabote na PEVM i VDT: sbornik vystuplenii uchastnikov nauchno-prakticheskikh seminarov [Issues of lowering occupational risks during work on a PC or with a VDT: a collection of reports by participants of theory and practical workshops]*. Moscow, VNIi okhrany i ekonomiki truda Roszdrava, Publ., 2008, pp. 31–43 (in Russian).

19. Yampol'skaya E.G., Shardakova E.F., Elizarova V.V. Osobennosti funktsional'nykh izmenenii organizma rabotnikov, vypolnyayushchikh pretsizionnye raboty [The peculiarities of functional changes of organisms of workers, who carried out precision works]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya*, 2007, no. 6, pp. 75–79 (in Russian).

20. Nakazawa T., Okubo Y., Suwazono Y., Kobayashi E., Komine S., Kato N., Nogawa K. Association between duration of daily VDT use and subjective symptoms. *American Journal of Industrial Medicine*, 2002, vol. 42, no. 5, pp. 421–426.

21. Parihar J.K., Jain V.K., Chaturvedi P., Kaushik J., Jain G., Parihar A.K. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). *Medical Journal Armed Forces India*, 2016, vol. 72, no. 3, pp. 270–276.

22. Irbarren R., Irbarren G. Visual function study in work with computer. *Medicina (B. Aires)*, 2002, vol. 62, no. 2, pp. 141–144.

23. Mocci F., Serra A., Corrias G.A. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals. *Occupational and Environmental Medicine*, 2001, vol. 58, no. 4, pp. 267–271.

24. Sheedy I.E. What is in a name: computer vision syndrome. *Optometry*, 2002, vol. 73, no. 7, pp. 399–402.

*Matyukhin V.V., Shardakova E.F., Yampol'skaya E.G., Elizarova V.V. Giving grounds for physiological-ergonomic activities aimed at reducing eye fatigue caused by work with visual display terminals. Health Risk Analysis, 2017, no. 3, pp. 66–75. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.08.eng*

Получена: 24.05.2017

Принята: 30.07.2017

Опубликована: 30.09.2017