

**УДК 612.825; 616:613.6**

## **АНАЛИЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВЛИЯНИЙ НАПРЯЖЕННОЙ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЧЕЛОВЕКА**

*Тюнин В. Л., Павленко В. Б.*

В настоящее время в странах ЕЭС более 40% всех работающих используют на своем рабочем месте персональные компьютеры (ПК) и доля таких работников быстро возрастает [1]. В США к концу XX века насчитывалось более 100 миллионов ПК. Считают, однако, что работа с применением ПК не только позволяет повысить производительность труда, но и является фактором риска для здоровья пользователя. Потенциальным источником опасности является электрическое и электростатическое поле, магнитные поля низкой и сверхнизкой частоты, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, генерируемые, прежде всего, видеомонитором с электронно-лучевой трубкой [2].

Не все исследователи согласны, что имеется реальная угроза для пользователей ПК. Так в одном из обзоров [3] эпидемиологических исследований указывается, что низкочастотное магнитное поле современного ПК имеет слишком низкую напряженность, чтобы представлять реальную угрозу для здоровья. В тоже время автор указанного обзора отмечает наличие работ, в которых указывается на неблагоприятные воздействия низкочастотных магнитных полей малой напряженности. В ряде других публикаций по этой теме [1, 4, 5] предлагают провести тщательный анализ возможных неблагоприятных факторов, проявляющихся при работе с ПК.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы было проведение критического анализа современных (в основном за последние 10 лет) публикаций по проблемам возможного неблагоприятного влияния напряженной работы с ПК на функциональное состояние человека. Были поставлены следующие задачи:

1. Выявить возможный спектр дисфункций, развивающихся при работе с ПК.
2. Оценить влияние ПК на локомоторную и зрительную систему, высшие психические функции.
3. Проанализировать возможные нейрофизиологические механизмы неблагоприятных воздействий напряженной работы с ПК.
4. Привести рекомендации по снижению неблагоприятных последствий напряженной работы с использованием ПК на здоровье человека.

Проведенные в начале 90-х годов XX века исследования показали, что пользователи ПК, чаще, чем иные группы населения страдали заболеваниями желудочно-кишечного тракта и скелетно-мышечной системы [6]. У них отмечалось повышенное зрительное утомление и мышечные боли [7]. За прошедшее десятилетие ПК были существенно модернизированы (в частности уменьшено

## АНАЛИЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВЛИЯНИЙ НАПРЯЖЕННОЙ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЧЕЛОВЕКА

электромагнитное излучение видеомониторов с электронно-лучевой трубкой), значительная часть видеотерминалов заменена на мониторы с жидкокристаллическими экранами. Тем не менее, современные ПК по-прежнему небезопасны для здоровья пользователей. Так, исследования последних лет показали, что у работников, постоянно использующих ПК значимо чаще развиваются заболевания органов зрения, локомоторной системы, пищеварительного тракта, артериальная гипертензия и неврозы, чем у лиц, не пользующихся компьютерной техникой [8]. У пользователей ПК чаще выявляются патологическое зрительное утомление, дерматиты, нервные и психосоматические расстройства. Постоянное пользование компьютерной мышью приводит к возникновению болей и судорогам в области запястья («запястный синдром») [9]. В общем, среди опрошенных пользователей ПК, работавших с компьютерной техникой более двух лет, жалобы на скелетно-мышечные расстройства выявлены у 82.9%, на зрительные расстройства – у 23.6% [10]. Подобные нарушения функционального состояния человека ведут к экономическим потерям, физическому дискомфорту, эмоциональному дистрессу [11].

Как уже отмечалось, у многих пользователей ПК развиваются кожные расстройства. Данный феномен подробно исследован скандинавскими исследователями [12]. Синдром «повышенной кожной электрической чувствительности» встречается при использовании многих электрических приборов (телевизоров, мощных люминесцентных светильников и т.д.). Однако около 80% таких нарушений выявлено у пациентов, вынужденных использовать видеотерминалы ПК. Среди 200 пациентов с дерматитами, работающих с ПК, 78.5% составляли женщины, 21.5% – мужчины. Большинство пациентов жаловались на гиперчувствительность кожи лица. Основная рекомендация для них состояла в сокращении времени или полном прекращении работы с ПК.

Одними из самых распространенных функциональных нарушений при напряженной работе с ПК являются расстройства системы органов движения. Польскими исследователями показано [13], что у работников, использующих ПК, боль в мышцах и суставах, состояние сильной мышечной усталости в конце рабочего дня отмечается в 78.8% случаев, и только в 59.0% случаев у напряженно работавших людей, не использовавших ПК. В США, среди 632 пользователей ПК, проводящих за компьютером не менее 15 часов в неделю, более половины опрошенных уже в первый год работы сообщили о тех или иных расстройствах скелетно-мышечной системы [14]. Чаще всего отмечалась боль в области шеи, лопаток, руки в целом и запястья. У большей части опрошенных первые симптомы расстройств появились в первый месяц работы. Показано [11, 15], что встречаемость нарушений функционирования мышечной системы рук коррелирует с продолжительностью работы с ПК в течение дня.

Основными факторами возникновения патологии считают [16] скованность позы, неудобное расположение видеотерминала, напряженный ритм работы, не позволяющий отвлечься и расслабиться, постоянное использование мыши. Отмечают, что риск локомоторных расстройств особенно велик у офисных работников, не имеющих достаточной социальной поддержки и в организациях, мало уделяющих внимания эргономическим мероприятиям при использовании ПК.

Особое внимание уделяется последствиям интенсивного использования ПК детьми. Так, при исследовании состояния здоровья 152 американских школьников шестого класса, увлекающихся играми и иным использованием ПК, обнаружено [17], что у более половины из них в течение последнего года проявлялся тот или иной симптом расстройств скелетно-мышечной системы. Была обнаружена значимая связь между числом часов использования ПК в течение дня и выраженностью симптомов ( $r= 0.19$ ,  $p= 0.05$ ). Авторы считают, что необходимы дальнейшие исследования для выявления сходства и различий в развитии соответствующих патологий у детей и взрослых, использующих ПК.

Как отмечалось выше, у пользователей ПК часто выявляются расстройства зрительной системы. Так, 10-15% пользователей ПК в США жалуются на повышенную утомляемость зрения [18]. Экспериментальное исследование показало [19], что даже кратковременное (в течение часа) чтение с экрана видеомонитора приводит к статистически значимому снижению степени аккомодации глаза, нарушению конвергенции зрительных осей, недостаточности зрения на близком расстоянии. Авторы данного исследования считают, что длительное напряжение зрения при работе с ПК является основным источником нарушений в работе этой важнейшей сенсорной системы.

Исследование состояния зрительной системы в выборке из 100 офисных работников, проводящих перед видеотерминалом 5-6 часов в день, выявило целый ряд элементов дисфункции зрительной системы [20]. Частая боль в глазах – у 17%, покраснение глаз – у 18%, расплывчатость изображения – у 10%, двоение изображения – у 3%, жжение в глазах – у 19%, повышенное слезоотделение – у 19%. Дополнительно отмечали связь между дефицитом конвергенции зрительных осей и частой головной болью. Показано [21], что нарушения зрения не связаны значимо с видом работы (ввод данных, проверка текста, графика, сервисные работы). Определяющим фактором является продолжительность времени, проводимого перед видеомонитором.

Дополнительными факторами, усиливающими зрительные недомогания, являются групповые конфликты, отсутствие социальной поддержки, недостаточное самоуважение, неудовлетворенность работой и недостаток мастерства [22]. Регистрация вызванных ЭЭГ-потенциалов до и после пятичасовой работы с ПК указывает на увеличение латентных периодов компонентов P1 и N2, уменьшение их амплитуды и снижение корреляционных связей между характеристиками ЭЭГ-активности правого и левого полушарий [23]. Результаты этих исследований свидетельствуют, что зрительное утомление и иные нарушения функционирования данной сенсорной системы имеют в значительной степени центральную природу.

Одним из последствий напряженной работы с применением ПК является стресс. Экспериментально доказано [24], что при выполнении сложной компьютеризированной зрительно-пространственной задачи в течение трех часов у части испытуемых развивается состояние стресса. Об этом свидетельствуют показания вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому. Характерный паттерн динамики кардиоинтервалов позволяет предсказать, кто из испытуемых наиболее подвержен развитию стресс-реакции. Эмоциональный стресс, переходящий в дистресс, развивающийся при длительной напряженной и монотонной работе с ПК,

## АНАЛИЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВЛИЯНИЙ НАПРЯЖЕННОЙ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЧЕЛОВЕКА

---

является частным случаем «технологического стресса» [25]. Считают, что интенсивное использование современных технологий (новых средств связи, офисной техники, электронных сетей и т.д.) ведет к развитию психосоматических заболеваний. Они включают в себя нарушения сна, физический дискомфорт, повышенную утомляемость.

Длительное воздействие стресса может приводить к развитию состояния депрессии. Подобный стресс рассматривается как профессиональный. Японскими исследователями описан целый ряд случаев развития депрессивных состояний у работников, использующих компьютеры [26]. Авторы обсуждают причины этих случаев и приходят к выводу, что главным фактором развития депрессии является чрезмерно длительная работа с ПК. Многие из пациентов работали до 8-9 часов вечера, а в конце месяца, когда должны были завершать этап работы, и до полуночи. Исследования здоровья гражданских и военных специалистов, работающих с ПК, также выявили неблагоприятные эффекты антропогенной природы [27]. Функциональное состояние испытуемых рассматривают как проявление энергоинформационного стресса. Отмечается падение уровня физиологических резервов, гомеостатического потенциала, безопасности в системе «человек-машина». Авторы исследования отмечают кумулятивный характер нарастания стресс-реакции.

Нужно, однако, отметить, что не все авторы согласны с оценкой работы с ПК как фактором стресса. Японские исследователи [28] сравнивали степень развития стресса (по данным заполнения вопросников) у инженеров использующих ПК и офисных работников, не нуждающихся в применении компьютеров. По их данным, главными факторами в развитии стресса был возраст (чем старше работник – тем выше уровень стресса) и образование (у работников со средним образованием стресс более выражен, чем у специалистов с высшей квалификацией). Считают, что вопрос о ПК как факторе развития стресса нуждается в дальнейшем исследовании.

Механизмам неблагоприятных воздействий ПК на функциональное состояние организма посвящено относительно небольшое число работ. Отдельные исследования выполнены на лабораторных животных. Так в опытах на крысах показано [29], что излучение видеотерминала приводит к нарушению сексуальных и репродуктивных функций, падению ночного уровня мелатонина (что может быть возможной причиной нарушения сна у человека), изменению содержания свободно-радикальных соединений в крови. У операторов ЭВМ, работавших с видеотерминалами, также обнаружено существенное перенапряжение оксидазной системы [30]. Авторы этих исследований считают, что такое перенапряжение может вести к состоянию декомпенсации и формированию свободнорадикального патологического процесса.

Для выявления механизмов нарушений скелетно-мышечной системы при выполнении различных задач, имитирующих напряженную работу на ПК, использовали регистрацию электромиограммы [31]. В этих экспериментах установили, что мышечная активность дельтовидной, трапециевидной мышцах и мышцах разгибателей пальцев увеличивалась с ростом числа нажатий клавиш, но уменьшалась с ростом требований к точности и усложнении интеллектуальной

нагрузки задачи. Авторы считают, что подобные изменения активности мышц могут лежать в основе различных дискинезий у пользователей ПК.

Физиологические механизмы зрительного утомления изучали у пользователей ПК при выполнении задач требующих напряженного зрительного внимания [32]. Обнаружили, что одним из важнейших факторов развития нарушений функционирования зрительного аппарата является депривация аккомодации. Максимальный уровень дисфункции при пользовании ПК развивается через шесть лет от начала работы с видеомонитором.

Особенно интересными на наш взгляд являются экспериментальные исследования нейрофизиологических механизмов психосоматических расстройств, связанных с работой на ПК. При регистрации ЭЭГ и вызванных ЭЭГ-потенциалов выявлено, что в процессы первичной обработки информации, поступающей с видеотерминала, вовлечено главным образом правое полушарие мозга, в оценку результатов действия и его коррекцию – левое [33, 34]. При продолжительной монотонной работе с ПК у испытуемых с исходным преобладанием низкочастотных ритмов ЭЭГ (чаще это были экстраверты), увеличивалось время сенсомоторной реакции и отмечалось усиление тета-ритма [35, 36]. По мнению авторов исследования, данный факт указывает на высокую «физиологическую цену» адаптации к монотонной операторской работе у испытуемых с пониженным уровнем активации центральной нервной системы.

Основные рекомендации для снижения неблагоприятных эффектов ПК на функциональное состояние здоровья пользователей, прежде всего, включают требования соблюдения гигиенических норм при проектировании промышленных и учебных помещений, а также содержат предложения по ограничению времени работы. Так, студентам рекомендуется использовать ПК не больше трех часов в день [37], офисным работникам – не более 75% общего рабочего времени [15]. Кроме того, при длительной работе необходимо делать кратковременные перерывы, включающие упражнения для скелетно-мышечной системы и для глаз, разнообразить выполняемые задачи [38, 39].

Перспективными на наш взгляд могут являться методы коррекции, направленные на оптимизацию функционального состояния высших отделов нервной системы. К таким методам относятся, в частности, метод биологической обратной связи по ЭЭГ, цветотерапия, ароматерапия. Однако их применение для решения указанной проблемы нуждается в проведении дальнейших экспериментальных исследований.

## **ВЫВОДЫ**

1. Анализ современных публикаций показывает, что продолжительная напряженная работа с применением современных персональных компьютеров ведет к развитию стойких функциональных нарушений локомоторной и зрительной системы, стрессу, переходящему в дистресс, снижению эффективности выполняемой деятельности.

2. В основе указанных нарушений лежат неблагоприятные изменения функционирования центральной нервной системы.

## АНАЛИЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВЛИЯНИЙ НАПРЯЖЕННОЙ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЧЕЛОВЕКА

3. Существующие рекомендации позволяют значительно снизить риск неблагоприятных последствий применения персональных компьютеров. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на поиск методов коррекции состояния высших отделов центральной нервной системы пользователей компьютеров.

### Список литературы

1. Colombo R., Kadefors R., Merletti R. PROCID: a project of the European Community for the study and prevention of muscular disorders in computer terminal operators // *G. Ital. Med. Lav. Ergon.* – 1999. – Vol. 21, № 3. – P. 233-237.
2. Ettler K. The adverse effects of computer video monitors on their operators // *Sb. Ved. Pr. Lek. Fak. Karlovy Univerzity Hradci Kralove.* – 1993. – Vol. 36, № 1-2. – P. 65-69.
3. Delpizzo V. Epidemiological studies of work with video display terminals and adverse pregnancy outcomes (1984-1992) // *Am. J. Ind. Med.* – 1994. – Vol. 26, № 4. – P. 465-480.
4. Gerr F., Marcus M., Ortiz D.J. Methodological limitations in the study of video display terminal use and upper extremity musculoskeletal disorders // *Am. J. Ind. Med.* – 1996. – Vol. 29, № 6. – P. 649-656.
5. Kirsner R.S., Federman D.G. Video display terminals: risk of electromagnetic radiation // *South Med. J.* – 1998. – Vol. 91, № 1. – P. 12-16.
6. Наватикян А.О., Краснюк Е.П., Бахманн В., Мартиросова В.Г., Пиротская З.Н. Структура заболеваемости среди людей, работающих на компьютерах с видеотерминалами // *Врачебное дело.* – 1990. – № 11. – С. 104-107.
7. Tamez-Gonzalez S., Ortiz-Hernandez L., Martinez-Alcantara S., Mendez-Ramirez I. Risks and health problems caused by the use of video terminals // *Salud Publica Mex.* – 2003. – Vol. 45, №3. – P. 171-180.
8. Bartosinska M., Ejsmont J., Tukalska-Parszuto M. Morbidity among employees working with computers // *Med. Pr.* – 2001. – Vol. 52, № 3. – P. 185-195.
9. Tamez-Gonzalez S., Martinez-Alcantara S. The use of personal computers and health damage in the workers of a daily newspaper // *Salud Publica Mex.* – 1993. – Vol. 35, № 2. – P. 177-185.
10. Mbaye I., Fall M.C., Sagnon A., Sow M.L. Survey of pathology associated with the use of video display terminals // *Dakar Med.* – 1998. – Vol. 43, № 1. – P. 37-40.
11. Lewis L.C., Mireles D.Z. Occupational health hazard: carpal tunnel syndrome // *Semin. Perioper. Nurs.* – 1997. – Vol. 6, № 2. – P. 105-110.
12. Stenberg B., Bergdahl J., Edvardsson B., Eriksson N., Lindén G., Widman L. Medical and social prognosis for patients with perceived hypersensitivity to electricity and skin symptoms related to the use of visual display terminals // *Scand. J. Work Environ. Health.* – 2002. – Vol. 28, № 5. – P. 349-357.
13. Krapac L., Sakic D. Locomotor strain syndrome in users of video display terminals // *Arh. Hig. Rada Toksikol.* – 1994. – Vol. 45, № 4. – P. 341-347.
14. Gerr F., Marcus M., Ensor C., Kleinbaum D., Cohen S., Edwards A., Gentry E., Ortiz D.J., Monteilh C. A prospective study of computer users: I. Study design and incidence of musculoskeletal symptoms and disorders // *Am. J. Ind. Med.* – 2002. – Vol. 41, №4. – P. 221-235.
15. Jensen C. Development of neck and hand-wrist symptoms in relation to duration of computer use at work // *Scand. J. Work Environ. Health.* – 2003. – Vol. 29, № 3. – P. 197-205.
16. Ortiz-Hernandez L., Tamez-Gonzalez S., Martinez-Alcantara S., Mendez-Ramirez I. Computer use increases the risk of musculoskeletal disorders among newspaper office workers // *Arch. Med. Res.* – 2003. – Vol. 34, № 4. – P. 331-342.
17. Jacobs K., Baker N.A. The association between children's computer use and musculoskeletal discomfort // *Work.* – 2002. – Vol. 18, № 3. – P. 221-226.
18. Eichenbaum J.W. Computers and eyestrain // *J. Ophthalmic. Nurs. Technol.* – 1996. – Vol. 15, № 1. – P. 23-26.
19. Trusiewicz D., Niesluchowska M., Makszewska-Chetnik Z. Eye-strain symptoms after work with a computer screen // *Klin. Oczna.* – 1995. – Vol. 97, № 11-12. – P. 343-345.
20. Iribarren R., Iribarren G., Fornaciari A. Visual function study in work with computer // *Medicina (Buenos-Aires).* – 2002. – Vol. 62, № 2. – P. 141-144.

21. Rechichi C., De Moja C.A., Scullica L. Psychology of computer use: XXXVI. Visual discomfort and different types of work at videodisplay terminals // *Percept. Mot. Skills.* – 1996. – Vol. 82, № 3. – P. 935-938.
22. Mocchi F., Serra A., Corrias G.A. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals // *Occup. Environ. Med.* – 2001. – Vol. 58, № 4. – P. 267-271.
23. Sobieszczanska M., Salomon E., Borodulin-Nadzieja L., Pilecki W., Jagielski J., Kalka-Gebala R., Janocha A., Kalka D. The evaluation of central visual fatigue in computer terminal users by visual evoked potentials // *Neurol. Neurochir. Pol.* – 1998. – Vol. 32, № 6. – P. 1369-1375.
24. Аракелян А.Н., Григорян В.Г., Агабабян А.Р. Функциональное состояние вегетативной нервной системы по показателям активности сердца при выполнении компьютеризированной пространственной задачи // *Ж. высш. нервн. деят-сти. им. И.П. Павлова.* – 2001. – Т. 51, № 2. – С. 248-251.
25. Arnetz B.B. Technological stress: psychophysiological aspects of working with modern information technology // *Scand. J. Work/ Environ. Health* 1997. – Vol. 23, № 3. – P. 97-103.
26. Mino Y., Tsuda T., Babazono A., Aoyama H., Inoue S., Sato H., Ohara H. Depressive states in workers using computers // *Environ. Res.* – 1993. – Vol. 63, № 1. – P. 54-59.
27. Ворона А.А., Головкина О.Л. Оценка и коррекция функционального состояния организма авиационных специалистов, работающих с видеотерминалами // *Воен. мед. журн.* – 2000. – Т. 321, № 5. – С. 56-58, 94.
28. Ezoe S., Araki S., Ono Y., Kawakami N., Murata K. Work stress in Japanese computer engineers: effects of computer work or bioeducational factors // *Environ. Res.* – 1993. – Vol. 63, № 1. – P. 148-156.
29. Анисимов В.Н., Забезинский М.А., Муратов Е.И., Попович И.Г., Арутюнян А.В., Опарина Т.И., Прокопченко В.М. Эффект излучения видеотерминала персонального компьютера на эстральные функции, уровень мелатонина и свободно-радикальные процессы у лабораторных грызунов // *Биофизика.* – 1998. – Т. 43, № 1. – С. 165-170.
30. Шешка В.А., Мартиросова В.Г. Функции свободно-радикальной оксидазной системы у операторов ЭВМ использующих видеотерминалы // *Лик. справа.* – 1992. – № 1. – С. 104-107.
31. Birch L., Juul-Kristensen B., Jensen C., Finsen L., Christensen H. Acute response to precision, time pressure and mental demand during simulated computer work // *Scand. J. Work Environ. Health.* – 2000. – V. 26, № 4. – P. 299-305.
32. Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы этиологии визуального утомления во время работы, вызывающей зрительный стресс // *Вестник офтальмологии.* – 2000. – Т. 116, № 4. – С. 33-36.
33. Григорян В.Г., Агабабян А.Р., Аракелян А.Н. Межполушарные различия вызванной корковой активности при обучении работе на компьютере // *Физиол. чел.* – 2000. – Т. 26, № 3. – С. 136-138.
34. Григорян В.Г., Агабабян А.Р., Аракелян А.Н. Роль правого мозгового полушария при обучении операторской работе на компьютере // *Журн. высш. нервн. деят-сти. им. И.П. Павлова.* – 2001. – Т. 51, № 4. – С. 438-442.
35. Григорян В.Г., Агабабян А.Р. ЭЭГ-показатели функционального статуса оператора при продолжительной монотонной работе на компьютере // *Ж. высш. нервн. деят-сти им. И.П. Павлова.* – 1999 – Т. 49, № 2. – С. 220-226.
36. Григорян В.Г., Агабабян А.Р., Тароян Н.А., Аракелян А.Н. Индивидуальные типологические характеристики деятельности оператора во время длительной монотонной работы на компьютере // *Журн. высш. нервн. деят-сти. им. И.П. Павлова.* – 1996. – Т. 46, № 5. – С. 859-865.
37. Гельтищева Е.А., Селехова Г.Н. Гигиеническая оценка работы студентов технических ВУЗов с видеотерминалами // *Гиг. труда и проф. заболевания.* – 1992. – С. 10-12.
38. Mclean L., Tingley M., Scott R.N., Rickards J. Computer terminal work and the benefit of microbreaks // *Appl. Ergon.* – 2001. – Vol. 32, № 3. – P. 225-237.
39. Van den Heuvel S.G., Looze M.P., Hildebrandt V.H., The K.H. Effects of software programs stimulating regular breaks and exercises on work-related neck and upper-limb disorders // *Scand. J. Work Environ. Health.* – 2003. Vol. 29, № 2. – P. 106-116.

*Поступила в редакцию 15.12.2003 г.*