

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

УДК 613.62:617.7

© Коллектив авторов, 2019

Калинина Н.И., Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П.

Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул, 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Введение. Выполнение сложных конструкторских операций на экране персональных компьютеров (ПК) предъявляет серьезные требования к состоянию зрительной системы пользователей, что определило необходимость исследования влияния напряженной деятельности на функции зрения.

Цель исследования — изучение влияния деятельности с ПК на функциональное состояние зрительного анализатора у лиц, выполняющих напряженную зрительную работу, в динамике рабочего дня.

Материалы и методы. Обследована группа профессиональных пользователей ПК, выполняющих конструкторскую работу, включающую решение сложных и ответственных задач. Изучался характер труда сотрудников с точки зрения заинтересованности зрительного анализатора. Проводились измерения параметров освещения на рабочих местах пользователей ПК. Выполнены динамические наблюдения за состоянием функций органа зрения у обследуемых лиц.

Результаты исследований. Пользователи ПК выполняли точную зрительную работу, решали сложные задачи, время работы с экраном составляло более 7 часов в течение рабочего дня. Организация освещения и показатели освещения на рабочих местах соответствовали нормам. Исследование функций зрительного анализатора показало удлинение времени простой сенсомоторной реакции в первую половину рабочего дня на 11,1%, к окончанию работы — на 25,0%. Зрительная работоспособность по данным теста Ландольта по количеству просмотренных знаков и допущенных ошибок значительно снижалась в течение рабочего дня. Снижение цветовой чувствительности в динамике рабочего дня распространялось на все предъявляемые цвета, полного восстановления цветоразличения в течение обеденного перерыва не было. К окончанию работы повышение порогов цветоразличения составило 33,5–39,0%. Установлено изменение состояния зрительных функций по данным ахроматической адиспаропии и сенсомоторной реакции в зависимости от длительности работы. После первого часа работы развивается утомление зрения, увеличение продолжительности работы с ПК приводит к дальнейшему изменению функций зрения, нарастанию утомления. Корреляционный анализ показал наличие прямой связи между продолжительностью работы и ухудшением функций.

Выводы. Результаты исследования показывают развитие зрительного утомления, снижение цветовой чувствительности, изменение скорости переработки зрительной информации. Важную роль для сохранения зрительной и общей работоспособности играет организация труда: введение перерывов после каждого часа работы позволит снизить быстрое развитие утомления зрения. В профилактике заболеваемости важное место занимают периодические медицинские осмотры. Информированность пользователей о неблагоприятных факторах условий труда и рабочего процесса при использовании ПК также актуальны.

Ключевые слова: функции органа зрения; напряженная зрительная работа; утомление зрения; персональные компьютеры
Для цитирования: Калинина Н.И., Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П. Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

Для корреспонденции: Калинина Нина Ивановна, ст. научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», канд. мед. наук. E-mail: kalinina@s-znc.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nina I. Kalinina, Valentina N. Nikitina, Galina G. Lyashko, Vladimir P. Plekhanov

The functional state of the visual analyzer users of personal computersNorth-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. Performing complex design operations on the screen of personal computers (PC) makes serious demands on the state of the visual system of users, which determined the need to study the impact of intense activity on the function of vision.

The aim of the study is to study the impact of activities from the PC on the functional state of the visual analyzer in persons performing intense visual work in the dynamics of the working day.

Materials and methods. A group of professional PC users performing design work, including the solution of complex and important tasks, is examined. We studied the nature of the work of employees in terms of interest of the visual analyzer. Measurements of lighting parameters at workplaces of PC users were carried out. Dynamic observations of the state of the functions of the visual organ of the examined persons were made.

Results. PC users performed accurate visual work, solved complex tasks, the time of work with the screen was more than 7 hours during the working day. The organization of lighting and lighting indicators in the workplace meet the standards. The study of the functions of the visual analyzer showed an extension of the simple sensorimotor reaction time in the first half of the working day by 11.1%, by the end of the work — by 25.0%. Visual performance according to the Landolt test by the number of viewed signs and errors significantly decreased during the working day. The decrease in color sensitivity in the dynamics of the working day extended to all the colors presented, there was no complete restoration of color differentiation during the lunch break. By the end of the work, the increase in color separation thresholds was 33.5–39.0%. The change in the condition of visual functions according to achromatic dispersion and sensorimotor reactions depending on the duration of the work. After the first hour of work develops eyestrain, increasing the duration of work with the PC leads to a further change in the functions of vision, increasing fatigue. Correlation analysis showed a direct relationship between the duration of work and the deterioration of functions.

Conclusions. The results of the study show the development of visual fatigue, reduced color sensitivity, change in the speed of processing of visual information. An important role for the preservation of visual and overall performance is the organization of labor: the introduction of breaks after each hour of work will reduce the rapid development of vision fatigue. Periodic medical examinations play an important role in the prevention of morbidity. Awareness of users about the adverse factors of working conditions and workflow when using a PC is also relevant.

Key words: functions of the visual organ; intense visual work; eyestrain; personal computers

For citation: Kalinina N.I., Nikitina V.N., Lyashko G.G., Plekhanov V.P. The functional state of the visual analyzer users of personal computers. *Med truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

For correspondence: Nina I. Kalinina, senior researcher of North-West Public Health Research Center, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: kalinina@s-znc.ru

Funding: The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение. В настоящее время персональные компьютеры (ПК) установлены практически на всех рабочих местах и являются основным средством для выполнения всех операций в трудовой деятельности человека.

Однако по-прежнему выполнение работы на компьютере сопровождается зрительным и нервно-эмоциональным напряжением. В литературных источниках приводятся данные анкетирования, сообщающие о том, что пользователи ПК предъявляют жалобы астенопического характера (покраснение глаз, чувство жжения, боли в глазах, светобоязнь, слезотечение), наибольшее количество жалоб наблюдается при стаже работы от 3 до 7 лет. Физиологические исследования выявляют изменение зрительной работоспособности, о чем свидетельствует снижение объема аккомодации, контрастной чувствительности, устойчивости ясного видения [1–4]. К факторам риска нарушений здоровья офисных работников относятся освещение, электромагнитные поля (ЭМП), шум. Трудовая деятельность сопровождается напряжением зрения в течение всего рабочего дня, гиподинамией, статико-динамическим напряжением рук при работе на клавиатуре. При проведении медицинских обследований выявляются данные о наличии синдрома хронической усталости. Многолетняя работа за компьютером повышает риск сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, иммунных, эндокринных, психических расстройств [5–8].

У пользователей ПК в динамике смены развивается зрительное утомление, выявляется зависимость выраженности изменений функций зрительного анализатора от вида отображаемой информации: зрительное утомление было более выражено и развивалось раньше у работающих с буквенно-цифровой информацией по сравнению с графической информацией [9]. Большое значение имеет продолжительность работы с ПК: офтальмологи установили, что в течение 1 часа работы у обследуемых наблюдается тенденция к изменению функциональных показателей органа зрения, которые не выходят за пределы нормы. Увеличение продолжительности работы до 2 ч вызывает достоверно более выраженные функциональные изменения со стороны органа зрения: снижение офтальмотонуса, снижение времени разрыва

слезной прекорнеальной пленки как показатель снижения слезопродукции [10].

В зарубежных источниках также сообщается о проведении исследовательских работ по обследованию разных когорт пользователей ПК — работников офисов, рабочих промышленных предприятий, студентов. Выделяется набор симптомов, получивший название *computer vision syndrome (CVS)* — компьютерный зрительный синдром. Органических заболеваний глаз длительная работа с компьютером не вызывает. Однако в результате такой работы может появляться или прогрессировать уже имеющаяся близорукость. В процессе выполнения работы происходит уменьшение объема аккомодации, снижение контрастной чувствительности зрения, развивается синдром «сухого глаза». Считается, что основными факторами, вызывающими CVS, являются нерациональное освещение, неблагоприятные эргономические показатели — размещение дисплея на рабочем столе, неправильное расстояние до экрана и/или индивидуальные зрительные способности пользователя ПК (неисправленная рефракция глаза, глазодвигательные расстройства и другие аномалии зрения). Физиологические механизмы, лежащие в основе CVS, полностью не изучены. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы лучше понять физиологические механизмы, лежащие в основе CVS, и симптомы, связанные с использованием дисплеев [11–20].

Цель исследования — провести в динамике рабочего дня исследование влияния деятельности с ПК на функциональное состояние зрительного анализатора у лиц, выполняющих напряженную зрительную работу.

Материалы и методы. Исследование проводилось с привлечением группы профессиональных пользователей ПК, которые выполняли конструкторскую работу, включающую решение сложных и ответственных задач. Группа состояла из одиннадцати практически здоровых людей в возрасте 29–39 лет. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с характером труда сотрудников, выполняющих сложные зрительные задачи высокой точности с использованием персональных компьютеров, требующие большого напряжения зрения;

- провести гигиенические исследования состояния условий световой среды на рабочих местах пользователей персональных компьютеров;

- провести динамические наблюдения за состоянием зрительного анализатора у обследуемых лиц.

Комплекс гигиенических исследований включал в себя измерения и оценку условий освещения в помещениях и на рабочих местах. Инструментальный контроль параметров освещения производился средствами измерения, внесенными в государственный реестр и имеющими действующее свидетельство о поверке. Измерения уровня искусственной освещенности, коэффициента пульсации освещенности на рабочих местах производились люксметром и пульсметром фирмы ТКА. Измерения уровней освещенности выполнялись в рабочей зоне — на экране монитора (вертикальная плоскость), на поверхности клавиатуры и стола (горизонтальная плоскость). Измерения и оценка физических факторов проводились в соответствии с действующими нормативными актами и стандартами.¹

Физиологические исследования включали наблюдения за состоянием зрительных функций у пользователей ПК в динамике рабочего дня. Для характеристики состояния зрительного анализатора использовались методика измерения временного порога ахроматической адиспаропии (невосприятие неравенства двух контрастных полей, соприкасающихся между собой), методика определения времени простой сенсомоторной реакции (ПСМР) на световой сигнал в режиме случайного предъявления 16 стимулов на экране дисплея, анализировалось время ПСМР. Проводилось изучение наиболее тонкой и чувствительной функции органа зрения — цветоразличительной. Выполнялись исследования цветового зрения для трех приемников сетчатки: красно-, зелено- и синевоспринимающих с помощью аномалоскопа АН-59. По величине порогов цветоразличения судили об изменении остроты цветоразличения, которое свидетельствует о развитии утомления зрения.

Проводилась диагностика уровня зрительной работоспособности при помощи корректурной пробы с кольцами Ландольта. Испытуемые в течение 1 мин. производили выборку колец с обозначенным расположением разрывов, затем проводилось определение следующих показателей: Q — общее количество колец, просмотренных за 1 мин. работы; N — число пропущенных и неправильно зачеркнутых колец за 1 мин. Анализировалось количество ошибок на каждые 100 просмотренных знаков.

Регистрация физиологических показателей проводилась в начале работы, перед обеденным перерывом, перед окончанием рабочего дня. Также изучалось состояние зрительных функций в зависимости от длительности работы с ПК: через час, 2 часа и 3 часа. С целью определения связи между продолжительностью работы и изменением функционального состояния зрительного анализатора был проведен корреляционный анализ с вычислением коэффициентов парной корреляции. Выполнен сравнительный анализ состояния зрительной работоспособности в динамике смены при работе за ПК.

Результаты физиологических исследований зрения подвергались статистической обработке параметрическим методом (критерий Стьюдента). Выводы сделаны на основании статистически достоверных данных.

Результаты исследования. Краткая характеристика трудовой деятельности с точки зрения заинтересованности зрительного анализатора.

Обследуемые лица выполняли точную зрительную работу с алфавитно-цифровой, графической информацией, в т.ч. создание объемных изображений, визуальный акцент во время работы делается на экран компьютера. Текст, как правило, черный на белом фоне экрана, графические изображения цветные. Суммарное время работы с экраном составляло больше 50% всего рабочего времени, более 7 часов в течение рабочего дня. Длительность сосредоточенного наблюдения составляла более 80% времени рабочего дня. Для трудовой деятельности характерны также интеллектуальные нагрузки, связанные с решением сложных задач и высокой ответственностью за качество основной и вспомогательных работ. Расстояние от глаз работающих до поверхности экранов составляло в среднем 450–530 мм. Рабочее место у всех пользователей ПК стационарное, оборудованное специализированной рабочей мебелью. Работа выполняется в свободной позе, преимущественно сидя, с единичными наклонами корпуса. Однообразное положение сохраняется в течение всего рабочего времени. Рабочий день длился 8 часов, с перерывом на обед.

Оценка условий освещения в помещениях и на рабочих местах. Все обследуемые помещения имели естественное освещение, которого было достаточно. Искусственное освещение представлено системой равномерного освещения, используются встроенные в потолок осветительные приборы с линейными люминесцентными лампами фирм Philips и Osram мощностью 18 Вт в 4-ламповых светильниках с рассеивающими зеркальными отражателями и решетками.

На момент обследования все светильники укомплектованы арматурой, все лампы в рабочем состоянии. Измерения показали, что освещенность на экранах различных мониторов составила от 155 лк до 216 лк при нормируемом значении 200 лк; на поверхностях столов — от 410 лк до 420 лк при норме 400 лк. Оценка качественных параметров световой среды показала, что значения коэффициента пульсации освещенности не выходят за пределы нормируемых величин, прямая и отраженная блескость на рабочих местах отсутствует.

Результаты исследования функционального состояния зрительного анализатора. В таблице 1 представлены результаты исследования состояния зрительных функций по данным времени простой сенсомоторной реакции на световой сигнал и работоспособности по корректурной пробе с кольцами Ландольта у группы обследованных лиц. Приведены исходные данные, после 4-х ч работы — перед обеденным перерывом, в конце рабочего дня. Изменение функций в процессе выполнения работы, выражаемое в процентах к исходному состоянию, принятому за 100%, характеризует утомление зрения.

Изучение сенсомоторных реакций на световое раздражение позволяет судить о состоянии зрительного анализатора и соотношении процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе. Установлено, что в первую половину рабочего дня у обследуемых лиц удлинение времени сенсомоторной реакции составило 11,1%. К окончанию работы развивается дальнейшее изменение функции и достигает 25,0%. Зрительная работоспособность по данным теста Ландольта по количеству просмотренных знаков и допущенных ошибок значительно снижалась в течение рабочего дня. Результаты показывают развитие зрительного утомления, а также изменения в центральной нервной системе: нарастание процессов торможения в центральной нервной системе, изменение скорости переработки

¹ ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».

Таблица 1/ Table 1

Состояние зрительного анализатора и работоспособности у пользователей персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**The state of the visual analyzer and the health of users of personal computers ($p \leq 0,05$)**

Исследуемый показатель	$M \pm m$			Ухудшение показателя, %	
	исходные данные	перед обеденным перерывом	в конце рабочего дня	первая половина рабочего дня	за весь рабочий день
Простая сенсомоторная реакция, с	0,27±0,04	0,30±0,05	0,34±0,07	11,1	25,0
N	204,8±5,25	188,6±5,48	170,4±9,09	8,0	16,8
Q	0,36±0,06	0,65±0,08	0,83±0,12	80,6	130,6

Таблица 2 / Table 2

Состояние цветового зрения у пользователей персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**Color vision status for users of personal computers ($p \leq 0,05$)**

Предъявляемый цвет	Порог цветоразличения, усл. ед., $M \pm m$				Ухудшение показателя, %	
	исходные данные	перед перерывом	после перерыва	в конце рабочего дня	первая половина рабочего дня	за весь рабочий день
Красный	8,27±0,25	9,59±0,34	8,96±0,32	11,40±0,43	17,2	33,5
Зеленый	8,47±0,39	10,49±0,41	9,76±0,41	11,77±0,5	23,8	39,0
Синий	8,50±0,47	10,73±0,48	9,87±0,42	11,70±0,64	26,2	37,6

Таблица 3 / Table 3

Состояние зрительного анализатора в зависимости от времени работы с персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**The state of the visual analyzer depending on the time of work with personal computers ($p \leq 0,05$)**

Время ахроматической адиспаропии, с, ($M \pm m$)				Простая сенсомоторная реакция, с, ($M \pm m$)			
Исходные данные	После работы	Время работы, ч	Снижение функции, %	Исходные данные	После работы	Время работы, ч	Снижение функции, %
26,9±1,9	21,9±2,3	1	18,6	0,29±0,001	0,31±0,01	1	6,9
	20,5±2,1	2	30,1		0,32±0,005	2	17,2
	19,7±6,0	3	34,0		0,34±0,015	3	18,5

зрительной информации, которая связана с функцией центральной нервной системы.

О состоянии цветоразличительной функции судили по величине порогов цветоразличения на красный, зеленый, синий цвета (табл. 2).

Отмечено значительное снижение цветовой чувствительности в динамике рабочего дня, распространяющееся на все цветовоспринимающие приемники сетчатки. После обеденного перерыва наблюдалось некоторое восстановление функции, но полного восстановления цветоразличения в течение перерыва не было. К окончанию рабочего дня снижение цветовой чувствительности было значительным, что дает основание вынести суждение о том, в какой степени у работающих с персональными компьютерами страдает цветовое зрение.

Изучалось состояние зрительных функций по данным ахроматической адиспаропии и простой сенсомоторной реакции на световой сигнал в зависимости от длительности работы: через час, два и три часа работы (табл. 3).

Как видно из таблицы, уже после первого часа работы развивается утомление зрения: время ахроматической адиспаропии уменьшается на 18,6%, время простой сенсомоторной реакции увеличивается на 6,9%. Увеличение продолжительности работы с ПК приводит к дальнейшему изменению функций зрения, нарастанию утомления. Проведение корреляционного анализа показало наличие прямой связи между продолжительностью работы и ухудшением показателей времени ахроматической адиспаропии и латентного периода ПССР, коэффициенты корреляции составили $r=0,5-0,6$ ($p \leq 0,05$).

Обсуждение. Появление усовершенствованной компьютерной техники нового поколения позволяет выполнять за экраном все более сложные операции. Эти работы предъявляют серьезные требования к пользователю ПК как к специалисту и не менее серьезные требования к состоянию его зрительного анализатора.

Оценка физических факторов в помещениях и на рабочих местах показала, что световая среда в целом соответствует гигиеническим нормативам для рабочих мест. Все работники выполняли точную зрительную работу с использованием экрана, клавиатуры, требующую повышенной концентрации внимания. При этом суммарное время работы с экраном монитора составляло более 50% всей продолжительности рабочего дня. Трудовая деятельность характеризовалась высоким нервно-эмоциональным напряжением при выполнении сложных действий. В данном исследовании установлено, что выполнение работы с ПК привело к развитию изменений функционального состояния как периферического, так и центрального звена зрительного анализатора. Наблюдается снижение цветовой чувствительности на все предъявляемые цвета, функция цветоразличения претерпевает серьезные изменения, что свидетельствует о развитии процессов торможения в зрительной зоне коры головного мозга. Снижается общая работоспособность пользователей ПК.

Важное значение в развитии утомления зрения имеют длительность и режим работы с ПК. Уже после первого часа работы появляются изменения функций зрительной системы в сторону их ухудшения, нарастают к обеденному перерыву и окончанию рабочего дня. Корреляционный

анализ показывает существование прямой достоверной связи между выполняемой работой и нарушением функций органа зрения. Прямое влияние на состояние зрения оказывает характер работы — решение сложных зрительных задач в течение длительного времени, интенсивность труда, высокая концентрация внимания. Очень важным является организация перерывов после каждого часа работы, начиная с первого. Перерывы длительностью 5–10 мин. позволяют избежать быстрого нарастания зрительного утомления и не повлияют отрицательно на производительность труда. Персонал, работающий с ПК, должен в обязательном порядке проходить предварительные и периодические медицинские осмотры (ПМО), согласно Приказу Минздравсоцразвития от 12 апреля 2011 г. №302н, с осмотром невролога и офтальмолога и лабораторными и функциональными исследованиями. В п. 3.2.2.4 Приказа значится электромагнитное поле широкополосного спектра частот от ПЭВМ. Современные ПК качественной сборки и при правильной их установке не создают широкополосных ЭМП диапазона частот 5 Гц — 400 кГц, превышающих допустимые уровни. Однако на рабочих местах с ПК появилось много новых источников ЭМП СВЧ диапазона, значения которых могут превышать ПДУ, установленные СанПиН 2.2.4.3359–16 [19]. В подпункт п. 3.2.2.4 Приказа №302н следует внести коррективы по фактору «электромагнитное поле».

Заключение. Компьютерная техника получила широкое распространение во всех сферах производства, заняты самые массовые контингенты работников. Можно прогнозировать дальнейшее увеличение числа лиц, занятых с ПК, усложнение выполняемых операций, развитие компьютерных технологий. В комплексе факторов, условий и характера труда, неблагоприятно влияющих на пользователей ПК, одно из ведущих мест занимает необходимость выполнения точных зрительно напряженных работ. Для профилактики неблагоприятных изменений в состоянии здоровья важную роль играют режимы труда, состояния светового климата и динамическое наблюдение за состоянием организма человека. Для предотвращения быстрого развития зрительного утомления важны перерывы после каждого часа работы. Информированность пользователей о неблагоприятных факторах условий труда и рабочего процесса при использовании ПК также актуальна.

Условия и характер труда пользователей ПК существенно влияют на функциональное состояние зрительного анализатора. В профилактике заболеваемости важное место занимают периодические медицинские осмотры. Состав врачей-специалистов, а также состав лабораторных и функциональных исследований, обозначенных в Приказе №302н, позволяет определить соответствие состояния здоровья лица, поступающего на работу, поручаемой ему работе, а также способствует раннему выявлению и профилактике заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямпольская Е.Г., Бухтияров И.В., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф., Елизарова В.В. Методические подходы к оценке работоспособности зрительного анализатора у профессиональных пользователей компьютеров. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 8: 29–33.
2. Тебеннова К.С., Мусина А.А., Ахметова Н.Ш., Алшынбекова Г.К. Субъективная оценка влияния производственных факторов риска на состояние здоровья работников видеодисплейных терминалов (по данным анкетного опроса). *Успехи современного естествознания.* 2013; 4: 146–50.

3. Бабаев А.Б., Махмадов Ш.К. Актуальные вопросы влияния видеодисплейных терминалов на орган зрения человека. *Вестник Авиценны Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино.* 2011; 4:1 62–7.
4. Ким И.Н., Мегада Е.В. О негативном влиянии видеотерминалов на органы зрения. *Гигиена и санитария.* 2007; 2: 30–3.
5. Дударев А.А., Сорокин Г.А. Актуальные проблемы гигиены труда и профессиональной патологии офисных работников. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 4: 1–8.
6. Власова Е.М., Малютина Н.Н. Основные направления сохранения здоровья работающих с компьютерами// *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 4: 47–8.
7. Калинина Н.И., Никитина В.Н. Значение световой среды в сохранении здоровья и работоспособности персонала при работе с компьютерами. В сб. трудов «Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений за 2011 год». М.: Центр электромагнитной безопасности; 2012: 172–9.
8. Атаев А.Е., Григорьев А.А., Пантелеева Н.С., Степанова И.В., Лебедева С.М. Влияние цветового окружения рабочего места в офисе на зрительное утомление. *Вестник МЭИ.* 2012; 2: 171–80.
9. Матюхин В.В., Ямпольская Е.Г., Шардакова Э.Ф., Елизарова В.В. Зрительное утомление у профессиональных пользователей видеотерминалов в зависимости от типа отображаемой информации. *Гигиена и санитария.* 2010; 2: 57–60.
10. Лаврик Н.С., Палеха О.Н., Чмиль А.А. Влияние увеличения времени работы за монитором компьютера на некоторые показатели функционального состояния глаза. *Вестник офтальмологии.* 2004; 6: 28–30.
11. Toomingas A, Hagberg M, Heiden M, Richter H, Westergren KE, Tornqvist EW. Work. Risk factors, incidence and persistence of symptoms from the eyes among professional computer users. 2014; 1 (47(3)): 291–301. DOI: 10.3233/WOR–131778.
12. Jieyi Li, Arandjelovic O. Intuitive and interpretable visual communication of a complex statistical model of disease progression and risk. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017; 7: 4199–202. DOI: 10.1109/EMBC.2017.8037782.
13. Gowrisankaran S, Sheedy JE. Computer vision syndrome: A review. *Work.* 2015; 52(2):303–1. DOI: 10.3233/WOR–152162.
14. Nakano T, Hayashi T, Nakagawa T, Honda T, Owada S, Endo H. et al. Increased Incidence of Visual Field Abnormalities as Determined by Frequency Doubling Technology Perimetry in High Computer Users Among Japanese Workers: A Retrospective Cohort Study. *J Epidemiol.* 2018; 5 (28(4)): 214–19. DOI: 10.2188/jea.JE20170004.
15. Dessie A, Adane F, Nega A, Wami SD, Chercos DH. Computer Vision Syndrome and Associated Factors among Computer Users in Debre Tabor Town, Northwest Ethiopia. *J Environ Public Health.* 2018; 16 (9): 4107590. DOI: 10.1155/2018/4107590.
16. Heus P, Verbeek JH, Tikka C. Optical correction of refractive error for preventing and treating eye symptoms in computer user. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 10 (4): CD009877. DOI: 10.1002/14651858.CD009877.pub2.
17. Rossi G.C.M., Scudeller L., Bettio F., Pasinetti G.M., Bianchi P.E. Prevalence of dry eye in video display terminal users: a cross-sectional. Caucasian study in Italy. *Int Ophthalmol.* 2018; 7. DOI: 10.1007/s10792–018–0947–6.
18. Logaraj M, Madhupriya V, Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res.* 2014 4(2): 179–85. DOI: 10.4103/2141–9248.129028.
19. Ляшко Г.Г., Никитина В.Н., Калинина Н.И. Источники и характеристика электромагнитных излучений радиочастотного диапазона в офисных помещениях. В сб. научных трудов региональной практической конференции «Актуальные вопросы

медицины труда в Северо-Западном федеральном округе» Санкт-Петербург, 29 мая 2018 г. СПб.; 2018: 83–5.

REFERENCES

1. Yampol'skaya E.G., Buhtiyarov I.V., Matyuhin V.V., Sharda-kova E.F., Elizarova V.V. Methodical approaches to assessment of operability of the visual analyzer at professional users of computers. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 8: 29–33 (in Russian)
2. Tebenova K.S., Musina A.A., Ahmetova N.Sh., Alshynbekova G.K. Value judgment of influence of production factors of risk on the state of health of workers of video display terminals (according to questionnaire). *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* 2013; 4: 146–50 (in Russian).
3. Babayev A.B., Makhmadov Sh.K. Current issues influence videodisplay terminals in the organ of vision of the person. *Vestnik Aviceny Tadzhikskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta imeni Abuali ibni Sino.* 2011; 4 16207 (in Russian).
4. Kim I.N., Megeda E.V.O negative impact of video terminals on organs of vision. *Gigiena i sanitariya.* 2007; 2: 30–3 (in Russian).
5. Dudarev A.A., Sorokin G.A. Current problems of occupational health and professional pathology of office workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2012; 4: 1–8 (in Russian).
6. Vlasova E.M., Malyutina N.N. The main directions of maintaining health working with computers. *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 4: 47–48 (in Russian).
7. Kalinina N.I., Nikitina V.N. The value of the light environment in maintaining the health and efficiency of personnel when working with computers. In: Proceed. of the Yearbook of the Russian national Committee for protection against non-ionizing radiation for 2011. M.: Center of electromagnetic safety; 2012: 172–9 (in Russian).
8. Ataev A.E., Grigor'ev A.A., Panteleeva N.S., Stepanova I.V., Lebedkova S.M. Influence of a color environment of a workplace at office on visual exhaustion. *Vestnik MEL.* 2012; 2: 171–80 (in Russian).
9. Matyuhin V.V., Yampol'skaya E.G., Shardakova E.F., Elizarova V.V. Visual exhaustion at professional users of video terminals depending on type of the displayed information. *Gigiena i sanitariya.* 2010; 2: 57–60 (in Russian).
10. Lavrik N.S., Palekha O.N., Chmil' A.A. The impact of increase in operating time behind the computer monitor on some indicators of a functional status of an eye. *Vestnik oftal'mologii.* 2004; 6: 28–30 (in Russian).
11. Toomingas A, Hagberg M, Heiden M, Richter H, Westergren KE, Tornqvist EW. Work. Risk factors, incidence and persistence of symptoms from the eyes among professional computer users. 2014; 1 (47(3)): 291–301. DOI: 10.3233/WOR-131778.
12. Jieyi Li, Arandjelovic O. Intuitive and interpretable visual communication of a complex statistical model of disease progression and risk. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017; 7: 4199–202. DOI:10.1109/EMBC.2017.8037782.
13. Gowrisankaran S., Sheedy J.E. Computer vision syndrome: A review//Work. 2015; 52(2):303–1. DOI: 10.3233/WOR-152162.
14. Nakano T, Hayashi T, Nakagawa T, Honda T, Owada S, Endo H et al. Increased Incidence of Visual Field Abnormalities as Determined by Frequency Doubling Technology Perimetry in High Computer Users Among Japanese Workers: A Retrospective Cohort Study. *J Epidemiol.* 2018; 5 (28(4)): 214–19. DOI: 10.2188/jea.JE20170004.
15. Dessie A., Adane F, Nega A., Wami S.D., Chercos D.H. Computer Vision Syndrome and Associated Factors among Computer Users in Debre Tabor Town, Northwest Ethiopia. *J Environ Public Health.* 2018; 16 (9): 4107590. DOI: 10.1155/2018/4107590.
16. Heus P., Verbeek J.H., Tikka C. Optical correction of refractive error for preventing and treating eye symptoms in computer user. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 10 (4): CD009877. DOI: 10.1002/14651858.CD009877.pub2.
17. Rossi GCM, Scudeller L, Bettio F, Pasinetti GM, Bianchi PE. Prevalence of dry eye in video display terminal users: a cross-sectional. Caucasian study in Italy. *Int Ophthalmol.* 2018; 7. DOI: 10.1007/s10792-018-0947-6.
18. Logaraj M., Madhupriya V., Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res.* 2014 4(2): 179–85. DOI: 10.4103/2141-9248.129028.
19. Lyashko G.G., Nikitina V.N., Kalinina N.I. Sources and characteristics of electromagnetic radiation of radio frequency range in office premises. In: Proceed. of scientific papers of the regional practical conference "Topical issues of labor medicine in the North-West Federal district" St. Petersburg, May 29, 2018; St. Petersburg. 2018: 83–5.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019