

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИГИЕНЫ ЗРИТЕЛЬНО- ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА ЭВМ

Проводиться теоретичне описання та системотехнічна розробка схемотехнічних параметрів та динамічної структури на базі дискретних операторів Лапласа офтальмологічної системи людини-оператора технологічного обладнання з системами автоматичного регулювання координат на основі ЕОМ. Розробляються рекомендації з усунення негативного впливу ЕОМ на здоров'я користувачів

Ключові слова: комп'ютер, оператор, система, ергономіка, вплив

Проводится теоретическое описание и системотехническая разработка схемотехнических параметров и динамической структуры на базе дискретных операторов Лапласа офтальмологической системы человека-оператора технологического оборудования с системами автоматического регулирования координат на основе ЭВМ. Разрабатываются рекомендации по устранению негативного влияния ЭВМ на здоровье пользователей

Ключевые слова: компьютер, оператор, система, эргономика, влияние

In this article the authors carry out theoretical description and systematic technological parameters and dynamic structure development on the basis of Laplas discrete operators ophthalmic system of a technological equipment human operator with automatic coordinates regulation on the basis of computer. The recommendations for computer harmful influence on user's health elimination are made

Keywords: computer, operator, system, ergonomic, influence

А. П. Люты й

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Электрические аппараты»*
Контактный тел.: (06 1) 283-40-22

И. Д. Труфанов

Доктор технических наук, профессор
Кафедра «Электрические аппараты»*
Контактный тел.: 050-42-117-24
E-mail: adlas@mail.ru

Т. И. Михайлова

Врач-терапевт высшей категории
Запорожское машиностроительное конструкторское
бюро «Прогресс»

В. И. Шмирко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»*
Контактный тел.: (06 12) 63-84-55

Г. И. Дудник

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»*
Контактный тел.: (06 12) 96-34-36, 28-16-07

С. И. Арсеньева

Кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра электропривода и автоматизации
промышленных установок*
Запорожский национальный технический университет

Введение

В 50-х г. г. начаты работы по оптимальному интегрированию в системе «человек-индикатор» радиолокационных комплексов, на основе которых были начаты в последней четверти 20-го столетия и продолжающиеся в настоящее время НИР по эргономике (эргологии) систем «человек-ЭВМ» на базе физиологии и

анатомии человека, гигиены труда и т. п. «Human Engineering» – «человеческая инженерия» предполагает оценку влияния производственных процессов на физиологические и умственные способности человека.

В настоящее время ЭВМ вошли во все сферы жизни и производственной деятельности человека. Профессиональные операторы оборудования ЭВМ составляют специальную категорию высококвалифи-

цированных специалистов, проводящих 8-10 часов работы/сутки и стаж работы (непрерывной) составляет более 10 лет.

Характерной особенностью использования ЭВМ в производственной деятельности предприятия общественного-промышленного вида является широкое применения ЭВМ в области видеонаблюдения за соблюдением технологии производства, охраны границ, охраны периметра промышленных объектов, видеоповещения автомобильных и железнодорожных путей (системы DTR-2000, YEAL-15, Израиль; VTM-400, США; Гюрза-050 М, Россия и др.). Подобные системы реализуются с конца 20-го столетия и в настоящее время ЭВМ используется в комплекте с оборудованием на основе проводно-натяжных систем, вибрационно-чувствительных систем с сенсорным телефонным или коаксиальным кабелем (системы Senstar-Stellar, Intelli_Flex с цифровым процессором, фирма Stellar, Канада; Advanced Perimeter Systems, Napier Chalice, Великобритания; GPS Standart, Италия и др.); системы с волоконно-оптическими кабелями (система IntelliFIBER компании Senstar-Stellar, Канада; система Sabre-Fonic фирмы Remsdag, Великобритания; система F-7000-FODS, Израиль; фирма TRANS Security and Tech – поволу) и др.; радиоволновые системы RAFID (компания Geoqip, Великобритания); радиолучевые и ёмкостные (системы «Радиян»), сейсмоманнитометрические и инфракрасные системы фирм C&K, Optex и др., в т. ч. системы Visonic, Optex, Alarmcom комбинированного наблюдения, в т. ч. на основе РЛС и телевизионного оборудования (системы «ЭЛВИС», Orwell 2k-Radar с купольной камерой EnviconDome, радиоканальная система наблюдения «день/ночь» типа MSS-1500, компания Magal, Израиль), трансфокаторного типа (Wi-Fi, Fireless Fidelity), системы с повышенной информативностью (Model320SLi др.).

В подобных системах реализуется контур «человек-ЭВМ-рецепторное оборудование- человек», поэтому ниже рассматриваются вопросы системно- и схемотехники оптических каналов обработки (анализа) оптической информации, разработки алгоритма принятия решения и реакции человека-оператора производственной эксплуатационной системы с компьютерным оборудованием [15, 16].

Постановка задач исследований

Различные условия эксплуатации оборудования с ЭВМ производственного характера характеризуется большими объемами (массивами) информации, значительной активизацией внимания и других высших физиологических и психологических функций. Эти факторы напрямую влияют на состояние операторов и динамику выполнения производственных заданий, качество выполняемой работы. На это влияет значительное нервно-эмоциональное напряжение в условиях дефицита времени информации, а также значительное количество стереотипных экстраординарных движений мышц рук и незначительная общая двигательная активность, однообразная поза, высокая и сверхвысокая напряженность зрительно-психологических функций.

Указанные и другие (физико-оптические, физиомеханические, физиолого-антропометрические) факторы инженерной психологии и биологической эргономики отражаются в психолого-технических требованиях к рабочему месту.

Ниже проводится теоретическое обоснование вопросов гигиены зрительно-психологической работы операторов, связанных с использованием ЭВМ на базе научных исследований в сфере безопасной организации работ по эксплуатации ЭВМ с учётом положений международных нормативов [5, 6] и правовых актов (директивы Совета ЕС 90/270 ЕЭС, 89/391 ЕЭС, 89/654 ЕЭС, 89/655 ЕЭС, стандарты ISO, МРPII и др.) [16].

На территории Украины разработаны «Правила охраны труда во время эксплуатации электронно-вычислительных машин» [16], на основании чего ниже не рассматриваются вопросы влияния зрительной работы оператора ЭВМ на его психоневрологическое здоровье, занятых: в компьютерных классах высших и средних учебных заведений; мастерских профессионально-технических заведений образования; на рабочих местах операторов ЭВМ, которые используются в сфере управления и эксплуатации атомных электростанций; водителей или операторов транспортных средств, оборудованных ЭВМ, ЭВМ в системах обработки данных на борту средств сообщений и ЭВМ в составе машин и оборудования, перемещающиеся в процессе работы; в системах портативной обработки данных, постоянно используемых на рабочем месте; вычислительных машинное (калькуляторов, регистрирующих касс и приборов с небольшими приборами индикации данных или результатов измерений; печатных машин классической конструкции, оборудованных видеотерминалом (дисплейные печатные машинки); компьютерные игральные автоматы и системы обработки данных, предназначенных для общественного пользования. Для перечисленных случаев разрабатываются специальные правила обеспечения гигиенических факторов зрительно-психологического здоровья обслуживающего персонала.

В данной работе рассматриваются вопросы научно-обоснования психофизиологического состояния эксплуатационного персонала, занятого при эксплуатации видеодисплейных терминалов, дисплеев, мониторов, визуальных дисплейных терминалов, пользователя ВДТ и ЭВМ, пользователя видеотерминала (ВДТ).

Основные научные результаты и их обсуждение

В реальных условиях инженерно-производственной и научно-исследовательской работы рабочее место должно удовлетворять требованиям санитарно-охранных документов, в т. ч. отечественных (Украины), отраженные в [11]:

- 1). НПАОПО.00-1.31-99 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин;
- 2). ОСП-72/87(ДНАОПО.03-1.72-87) Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений;
- 3). ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів;
- 4). ДСанПі 5.5.2.008-01 державні санітарні правила

і норми влаштування, утримання загально-освітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу; 5) ДСанПіН 5.5.6.009-98 Державні санітарні правила і норми влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режиму праці учнів на персональних комп'ютерах; 6) ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань (ДНОПО.03-3.30-96); 7) СанПіН 42-121-4719-88 Санитарные правила устройства, оборудования и содержания общежитий для рабочих, студентов, учащихся средних специальных учебных заведений и ПТУ; 8) Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств в электросетях (серии УРАН, НЕПТУН, САТУРН) в устройствах релейной защиты и автоматики (серии РЕТОМ); 9) ГІД 34.04.252-95 Інформаційно-тренувальний курс на ПЕОМ підвищення кваліфікації ОВБ розподільчих електромереж; 10) Должны учитываться кумулятивные эффекты уровней влияния электромагнитной частоты на персонал энергетических предприятий; (ГКД 34.03.501-94), каналов телеизмерений (ГКД 34.11.404-97), комплексных тренажеров для подготовки эксплуатационного персонала энергопредприятий (ГКД 34.12.301-95) при определении уровней воздействия электромагнитного поля промышленной частоты (ГКД 34.03.501-94), сенсорных индикаторов микрокомпьютерных систем, а при определении метрологических характеристик каналов телеизмерений (ГКД 34.11.202-97) и влияния на зрительные органы человека; 11) ГКД 34.12.101-93 Перелік типових тем протиаварійних тренувань оперативного персоналу блочних ТЕС; 12) ГКД 34.12.302-96 Організація проведення комп'ютерного контролю знань; 13) ГКД 34.12.303-97 Пункт тренажерної підготовки працівників енергопідприємств; 14) ГКД 34.17.402-96 Уніфіковані методи ультразвукового контролю; 15) ГСТУ 34.002-96 Галузевої стандарт України. Засоби вимірювань системного застосування в інформаційно-вимірювальних системах; 16) ГКД 34.01.103-94 Порядок проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт; 17) ГКД 34.12.102-95 Навчання, інструктаж і перевірка знань працівників підприємств.

Конструктивно-інженерні параметри робочого місця оператора ЕВМ или оператора производственной математизированной АСУТП и АСУТП, удовлетворяющего требованиям вышеизложенных нормативных документов по охране труда и промсанитарии инженерного труда, приведены на рис. 1. Системотехника зрительной системы человека-оператора приведена в табл. 1.

Зрительная информация от монитора (экрана) вычислительной системы информационного обеспечения АСУП и АСУТП является основной для принятия решения в системе «человек-ЭВМ» и в этом случае динамика систе-

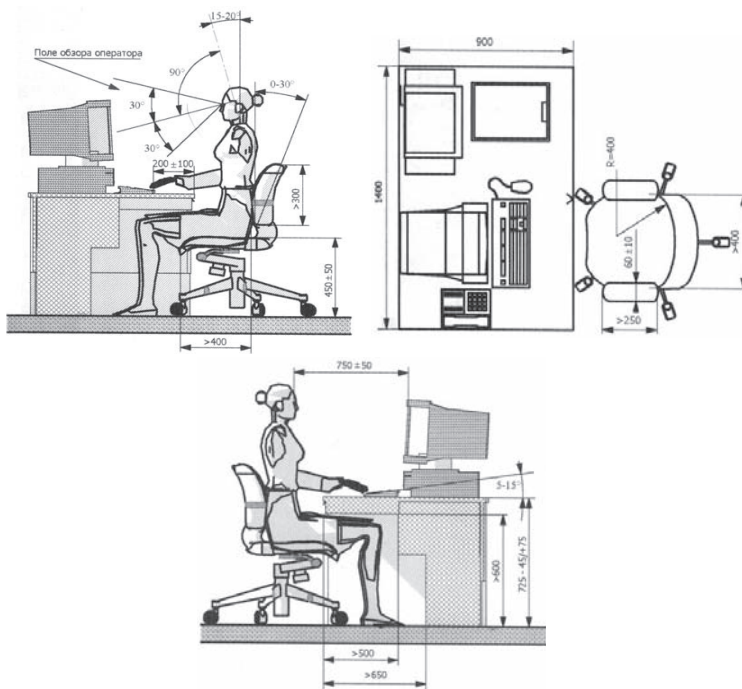


Рис. 1. Рабочее место оператора ЭВМ, АСУП и АСУТП

мы «зрительный орган – центральная нервная система» играет решающую роль.

Динамика обработки информационно-визуальных потоков зрительной системой человека-оператора технологического оборудования, оснащённого ЭВМ *рассматривается* *Нами* на основе основных системно- и схемотехнических параметров регулярной офтальмологической системы – системы регуляции величины зрачка [5, 6]. Физиологические каналы рефлекторной системы глаза, как сенсорного органа обработки оптической пространственно-распределенной информации показаны на рис. 2.

Динамическая структурно-алгоритмическая схема преобразования, обработки, адаптации и экстраполяции результатов в центральной системе человека *разрабатывается* *Нами* на основе положений [5, 6, 12] и представлена в виде дискретной динамической Z-схемы на рис. 3, где цифрами 1-21 обозначены Z-операторные передаточные функции физиологических каналов передачи оптических сигналов и их преобразования в системе регуляции величины зрачка.

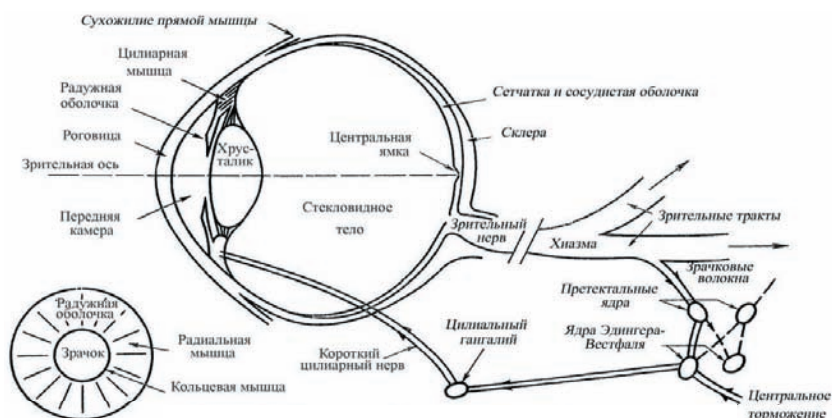


Рис. 2. Рефлекторная система глаза человека

Таблица 1

Системотехнические факторы видео-оптико-сенсорной деятельности зрительных органов человека - оператора ЭВМ, АСУП и АСУТП

Системные операции	Виды сенсорной информации и работы оператора	Рецепторные (выходные данные)	Критические операционные переменные	Критические эргономические требования
Обнаружение и анализ ситуации	Оператор и ЭВМ исследуют и оценивают ситуацию для принятия решения, сообщает на верхний уровень иерархии АСУП и АСУТП для коррекции процессов идентификации, адаптации, оптимизации и экстраполяции данных в СУБД	Визуально-графическая и графо-логическая информация о процессе и информация для системной инфраструктуры АСУП и АСУТП	Вероятность обнаружения нарушения режима. Вероятность экстремального значения, приводящего к аварии. Вероятность распределения времени на устранение ситуации. Плотность вероятности погрешностей в определении параметров ситуации	Конструктивные особенности и эргономика расположения индикаторов. Количество индикаторов поиска. Необходимое качество окружающего освещения. Конструктивные факторы интерфейсов RS-232 и RS-485. Пространственное ориентирование индикатора и оператора
Идентификация и слежение в интерактивном режиме	Оператор и ЭВМ периодически интегрирует и дифференцирует потоки информации, распределяет по каналам связи и основным и вспомогательным процессам, корректирует скорость отработки возмущений и фиксирует результаты	Слежение за процессом, скоростью развития ситуации, результаты идентификации	Вероятное распределение погрешности и статистик при фиксации параметров статизма, астатизма, инвариантности, управляемости, диссипативности, вариативности, дуализма, коррекция формирующих фильтров, параметризуемости, модальности неминимально-фазовых контуров, чувствительности и коррелируемости поисковых и беспоисковых алгоритмов оценивания феноменологических субоптимальных моделей	Системо- и схемотехническое решение и конструктивные особенности компьютерных визуально-оптических индикаторов и экранов ЭВМ. Количество экранов индивидуального и общего пользования. Пространственная и вероятностно адаптируемая ориентация операторов при общем расположении различных уровней иерархии
Вычисление координат процесса и их вариативность в статике и динамике, распределение координат по каналам управления и регулирования, выработка рекомендаций оператору в режиме реального времени и системотехнику ЭВМ	Системный оператор АРМа – пульта управления компьютеризированного комплекса слежения и регулирования АСУП и АСУТП принимает решения на выполнение энерготехнологических регулирующих операционных и возмущающих воздействий по контурам управления, регулирования, сигнализации, блокировок и дальнейших оперативных контуров АСУП и АСУТП	Системные команды и распределении информационных потоков о процессе и его параметрах вариации отклонений и вероятностно-схемотех-нических факторах экстраполируемых и детерминируемых параметров и факторов	Статические и динамические скорости определения координат и параметров движения рабочих органов компьютерных АСУ и АСУТП, синтез и анализ качества реализации принятых решений, их экспертная оценка алгоритма построения А-, Е-, Д-, G- оптимальных планов геометрической интерпретации и феноменологических эллипсоидального рассеяния параметров регрессии и регрессионной настраиваемой модели	Схемотехническая реализация и градиенты пространственного расположения и пространственной ориентации статического (и во времени) вектора экстраполяции угла зрения оператора АРМа-пультавчика. Количество пространственно- и векторно-ориентированных аварийных, противопожарных и других экранов обеспечения жизнедеятельности компьютерных средств и операторов АРМов основного и вспомогательного производства

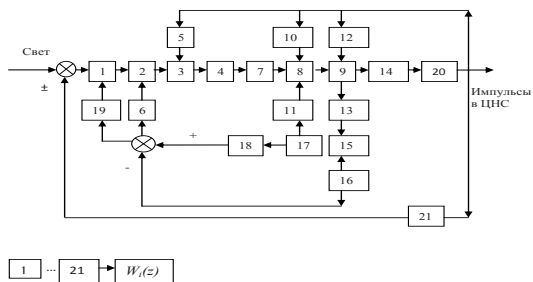


Рис. 3. Структурно-алгоритмическая Z-модель зрительной системы человека

i-я Z-операторная по Лапласу функция анатомического элемента глаза человека: i=1 – роговицы, 2-радужной оболочки, 3-цилиарной мышцы, 4-хрусталика, 5-сухожилия прямой мышцы, 6-передней камеры, 7-стекловидного тела, 8-центральной ямки, 9-зрительного нерва, 10-сетчатки и сосудистой оболочки, 11-склеры, 12-зрительного тракта, 13-претектальных ядер, 14-хиазмы, 15-ядра Эдингера-Вестфаля, 16-канала центрального торможения, 17-цилиарного ганглия, 18-короткого цилиарного нерва, 19-кольцевой мышцы, 20-ЦНС – центральной нервной системы, 21-канал анализа и экстраполяции, оценки информации

В данном случае система (рис. 3) представляет собой технико-биологическую математическую модель регуляторного комплекса регуляции величины зрачка в функции внешних физико-технических воздействий и внутренних физио-психологических факторов возбуждения нервно-рефлективной подсистемы ЦНР. Восприятие и обработка зрительной информации осуществляется клетками сетчатки и связанными с ними нейронами второго и третьего слоев. Нейроны третьего слоя в этом случае рассматриваются методами вейвлет-преобразований [13] и нейроуправления [14].

Глазное яблоко ориентируется по месту нахождения объекта и выполняет функции слежения. Хрусталик обеспечивает фокусировку изображения – аккомодации зрачка, рабочие органы которого (дилатора и сфинктера) являются эффектной и рецепторной автономной рефлекторной подсистемой замкнутой по предварению системы регуляции величины входного отверстия зрачка: сходимости зрительных осей, аккомодации сужения (функции регулирования освещенности приёмника световой энергии – оптической информации).

На рис. 3 показана одна подсистема (расширенный канал) обработки информации, т. к. не показаны

перекрёстные связи реальной системы многосвязного регулирования в дифференциальной реакции обоих зрачков, когда на один из них падает большой световой поток. В афферентном канале (канале обратной главной глубокой жёстко-интегральной связи комбинированного положительно-отрицательного типа) информация передаётся к хиазме и переключается в претектальных ядрах, затем через ядра Эдингера-Вестфалля, цилиарный гангалий и по короткому цилиарному нерву попадают в сфинктер. Указанные автономно-взаимосвязанные стабилизированные по предварению составляют эффектный изодромный контур ЦНС, имеющий значительный диапазон вариации рефлекторной дуги наиболее значимых нейрофизиологические переменные.

Взаимосвязь реакции психо-оптических каналов зрительной эффектной подсистемы ЦНС с другими физиолого-антропоморфными каналами ЦНС изменяет интенсивность стимуляции других органов чувств (табл. 2).

В табл. 3 показаны значения интегральной чувствительности (дифференциальных коэффициентов передачи) основных рецепторных органов (органов чувств), влияющих на динамику сфинктерного канала

Таблица 2

Значения диапазонов интенсивности стимуляции (возбуждения) органов чувств

Ощущение	Пределы возбуждения	
	Пороговые	Реакции
Зрение	$(2.2-5.7) \times 10^{-10}$ эрг	$10^9 \times$ пороговое значение
Слух	1×10^{-9} эрг/см ²	$10^{14} \times$ пороговое значение
Механическая вибрация	0.00025 мм – средняя амплитуда под подушечками пальцев руки	40 дБ выше порогового значения
Тактильное (давление)	0.026 эрг в шарнирном суставе большого пальца руки	В настоящее время данных не установлено
Запах	2×10^{-7} мг/м ³ ванилина	В настоящее время данных не установлено
Вкус	$4 \times 20 \times 10^{-7}$ грамм*молекулярная концентрация сульфата	То же
Температура	0.00015 г.кал/см ² за 1 с для 3-х секундного воздействия на участок кожи в 200 см ²	0.218 г.кал/см ² за 1 с для 3-х секундного воздействия на участок кожи площадью 200см ²
Положение и движение	0.2-0.7 град при угловой скорости движений в суставах 10 град/мин	Данных пока не установлено
Угловое ускорение	0.12 град/с ² для окулогирной иллюзии	Положительное ускорение (5-8)g в течение 1 с или более. Отрицательное – (3-4.5)g
Линейное ускорение	0.08g при уменьшении скорости	Те же ограничения, что и при угловом ускорении для сил, действующих в направлении продольной оси тела

Таблица 3

Значения чувствительности некоторых органов чувств

Ощущение	Чувствительность	
	Относительная	Абсолютная
Зрение	~570 оттенков (различий) в подающейся различению интенсивности при белом свете	3-5 различных интенсивностей при белом свете силой (0.1-50)млм
Слух	~325 различий в подающейся различению интенсивности при частоте 2000 Гц	~(3-5) различных интенсивностей при чистых тонах
Механическая вибрация	15 различных амплитуд в области грудной клетки при использовании вибратора с широким контактом с пределами амплитуды (0.05-0.5) мм	3-5 различных амплитуд

эффектного контура ЦНС, характеризующих дифференциальную взаимосвязь оптико-механо-физиолого-антропоморфной информации.

Функции сравнения (безинерционной компарации) определяются из условия зрачкового рефлекса, зависящего от соотношения параметров светового потока p^* , равного:

$$p^* = AI, \tag{1}$$

где A - площадь зрачка; I - интенсивность освещения. Соотношение (1) реализует главную интегральную отрицательную обратную связь, усиливающую функцию кольцевой мышцы.

С точки зрения теории автоматического управления и теории нейроуправления для устойчивой системы [12, 14] указанное соотношение (1) трансформируется в уравнение вида:

$$\Delta f_p = k(p - p^*) = -k(p^x - p), \tag{2}$$

где Δf_p - «сигнал ошибки»; f_p - частота пульсаций нейронов; p - действующее значение потока; p^* - пороговое значение потока.

Указанные факторы интегральной устойчивости системы приведены в табл. 4.

На рис. 4 обозначено: p - световой поток; \otimes - блок сравнения; 1 - сетчатка; a - датчик, b - логарифмический преобразователь, v - блок адаптации; 2 - ЦНС: a - претектальное ядро, b - ядро Эдингера-Вестфала, v - цилиарный ганглий; 4 - радужная оболочка, кольцевая (и радиальная) мышца; 5 - поток $p = AI$; 6 - нейронные пути; 7 - нерв радиальной мышцы; 8 - ганглиарный датчик; f_p - частота импульсов в зрачковых волокнах; f_m - частота импульсов в мотонейронах кольцевой мышцы; A - площадь зрачка; p^* - импульсы по нейроканалам ЦНС; 3 - нейронные пути; f_k - импульсы центрального торможения; f_n - импульсы симпатической интервенции; f_m - импульсы нервов радиальной мышцы.

Блок логарифмического преобразователя воспринимает световой поток в диапазоне изменения интенсивности в 108 раз (160 дБ). В диапазоне 120 дБ изменения освещённости имеется линейная зависимость $A = \log I$ или

$$A = A_0 - k_1 \log I. \tag{3}$$

Это закон Вебера-Фехнера, по которому строится логарифмическая зависимость Вагмана-Натансона [5].

Таблица 4

Сравнительные характеристики диапазона обнаружения частоты некоторыми органами чувств

Стимулятор или ощущение	Диапазон обнаружения частоты		Способности различения частоты	
	самый низкий	самый высокий	относительная	абсолютная
Цвет (оттенок)	300 мкм	1050 мкм при очень высоких интенсивностях	~128 оттенков цвета, поддающихся различению при средних интенсивностях	12-13 поддающихся различению оттенков
Мелькающий белый свет	Одно мелькание	50 мельканий при умеренных интенсивностях и рабочем цикле 0.5	375 градаций числа мельканий с частотой 1-45 в секунду при уменьшении интенсивности и рабочем цикле 0.5	5-6 различных частот мельканий
Чистые тона	20 Гц	20000 Гц	1800 градаций тона, поддающихся различению в диапазоне частот 20-20000 Гц при громкости 60 дБ	
Прерывистый «белый шум»	Одно прерывание	~2000 прерываний в секунду при умеренных интенсивностях и рабочем цикле 0.5	460 градаций частот прерываний, поддающихся различению частот 1-45 прерываний в секунду при умеренных интенсивностях и рабочем цикле 0.5	нет информации, нормированной по группам людей
Механическое колебание	1 Гц	10000 гц при высоких интенсивностях	180 градаций частот, поддающихся различению в диапазоне 1-320 Гц	нет информации, нормированной по группам людей

Управление (2), в об щем случае, является нелинейным и, с учётом этого фактора, функциональная схема системы регуляции величины зрачка приведены на рис. 4.

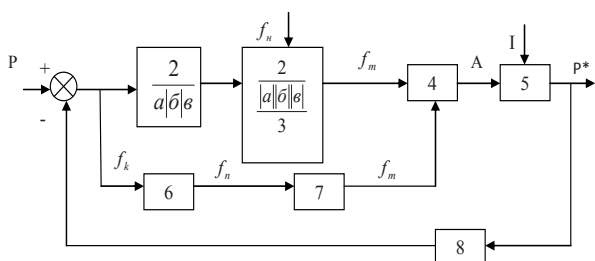


Рис. 4. Функциональная схема системы регулирования величины зрачка

Логарифмическая чувствительность (3) характеризует нейрохимический процесс, определяющий параметры адаптации к вариации освещённости, параметры которого приведены в табл. 5-8.

Примечание: цифра в числителе Р-7, нижняя - к люминофору Р-19. Другие типы люминофоров могут иметь другие значения.

В табл. 8 показаны параметры приближённых значений световых потоков отражения от поверхности различного цвета, приводящего к вариации факторов адаптации в функции времени.

С учётом вариации коэффициентов отражения в функции частоты указанных в табл. 8 цветов адаптация к свету происходит за ≈ 1 мин, а адаптация к темноте - до 30 мин.

Блок сетчатки на рис. 3 представлен тремя связанными блоками выполняющие функции безинерцион-

Таблица 5

Общие уровни освещённости и типы для разных технологических условий и задач

Условие задачи	Тип задачи	Уровень освещённости, мксвеча	Тип освещения
Маленькая деталь, низкий яркостный контраст, продолжительные периоды, высокая скорость, наивысшая точность	Оценка качества темных поверхностей различных материалов	100	Общее плюс дополнительное (настольная лампа)
Маленькая деталь, хороший контраст, скорость существ-венного значение не имеет	Работа на станке, черчение деталей, оценка качества поверхностей материалов средних тонов	50-100	Общее плюс дополнительное
Деталь нормального размера, продолжительные периоды работы	Чтение текстовых сообщений, сборочные работы, лабораторные исследования	20-50	Общее (осветительная арматура рас положена над головой)
То же, непродолжительные периоды работы	Ванны электролиза (алюминия), энерго-оборудование, машинные залы	10-20	Общее (беспорядочный естественный или искусственный свет)
Хороший контраст, сравнительно большие объекты	Сборочные цеха и линии	5-10	Общее
Большие объекты	То же, товарные склады	2-5	Общее

Таблица 6

Сравнительные опико-частотные характеристики помещений «оператора-сталеплавыльщика»

Система	Источник освещённости			Экран		Оператор	Потеря яркости, %, *
	Тип	Фильтр	Излучение, А°С	Фильтр	Поглощение, А°С	Фильтр	
Желтый минус желтый Ртутный свет минус красный	Натриевый Ртутный	Нет Новиоль	5900 Ниже	Дидиниевый Красный	5900 Ниже	Дидиниевый Красный	60/63 90/77
Широкополосный синий	Флюоресцентный	Синий	Ниже 5400	Оранжевый	Ниже 5400	Оранжевый	38/15
Перекрёстной поляризации	Лампы накаливания или флюоресцентные	Поляри- зацион- ный	Ниже 5200	Поляризационный	Ниже 5200	Нет	65/65

Таблица 7

Рекомендации по освещённости пульта «оператора-сталеплавыльщика» с микроконтроллерным устройством отображения информации

Условия эксплуатации	Освещение	Яркость, м-лб	Регулирование яркости
Считывание информации, необходима темновая адаптация	Красное заливающее или отражённое (или оба) по выбору оператора	0.02-0.1	Непрерывное по всему диапазону
Считывание информации, темновая адаптация не необходима, но желательна	Красное или более «низкой цветовой температуры», белое заливающее или отражённое (или оба) по выбору оператора	0.02-0.1	То же
То же, темновая адаптация не необходима	Белое заливающее	1-20	Фиксированное или непрерывное
То же, необходима темновая адаптация	Красное боковое, красное или белое заливающее, или оба по выбору оператора	0.02-0.1	Непрерывное по всему диапазону
То же, темновая адаптация не необходима	Белое заливающее	10-20	Фиксированное или непрерывное
То же, с возможным воздействием ярких вспышек	Белое заливающее	10-20	Фиксированное
То же, при повышенной высоте и при ограниченном дневном свете	Белое заливающее	10-20	Фиксированное
Информация от курсора, темновая адаптация необходима	Красное или белое заливающее по выбору оператора	0,1-1,0	Непрерывное по всему диапазону
Информация от курсора, темновая адаптация не необходима	Белое заливающее	(на белых частях экрана) 5-20	Фиксированное или непрерывное

Таблица 8

Приближённое отражение от поверхности разного цвета

Цвет	Коэффициент отражения, %	Цвет	Коэффициент отражения, %	
Белый	85	Зелёный: светлый средний тёмный	65	
Жёлтый: светлый	75		52	
средний	66		7	
Кожа человека: светлая	70	Синий: светлый средний	55	
	среднего тона		63	35
Серый: светлый	75	тёмный Красный: тёмный	8	
	средний		55	13
	тёмный		30	10
		Коричневый: тёмный		

ной компарации, преобразователя с логарифмической чувствительностью и блока динамической адаптации, которые выполняют единый (интегральный) нейрохирургический процесс, т. е. единой входной координатной служит суммарный световой поток «р», падающий на сетчатку и частота импульсов в зрачковых волокнах f_p , при этом эталонное (нормированное значение входного потока r^* генерируется в канале обратной связи.

При анализе канала передачи информации через ЦНС к сфинктеру осуществляется нейронами, как линиями связи с транспортным запаздыванием. Для крупных волокон, характерных для скелетных мышц, скорость составляет 70-120 м/с, поэтому запаздывание зрачкового рефлекса не превосходит 1 м/с (им можно пренебречь). Синаптические связи в пректальном ядре, ядре Эдингера-Вестфала и цилинтарном ганглии приводят к запаздыванию порядка 1 м/с, обусловленного диффузией химических медиаторов. В общем случае множество синаптических связей в ядрах, узлах нейрона приводит к образованию сложных непрерывных и дискретных по Лапласу передаточных функций, но искажения сигналов не происходит, т. к. обратные связи являются глубокими, жёсткими, поэтому в области синапсов в ядрах Эдингера-Вестфала осуществляется перекрёстное соединение каналов контралатеральных зрачковых связей и центральное торможение (демпфирование возможных автоколебаний).

Основной световой поток регулируется после завершения процессов адаптации, который описывается уравнением (1), скорость передачи которого осуществляется со скоростью света и его запаздывание пренебрежимо мало по сравнению с запаздыванием в физиологических каналах.

На условия функционирования системы (рис. 4) оказывают влияние ряд факторов, описанных в табл. 5 – табл. 8. Эти факторы являются параметрами, которые ухудшают условия работы оператора ЭВМ, в числе которых при обосновании норм освещённости и яркости экрана монитора следует отнести: распределение света в рабочей зоне, яркостные контрасты наблюдаемых изображений и их деталей, качество и цвет источников освещения и поверхностей в рабочих зонах, интенсивность освещения.

Для уменьшения блёклости следует избегать ярких источников света в пределах 60 град от центра поля зрения. Яркость окружающего пространства не

должна быть выше яркости визуальной рабочей зоны, а должна быть на $\approx 10\%$ меньше.

Порог обнаружения зависит от уровня яркости и яркостного контраста (рис. 5), где кривые с контрастом 1-100 % относятся к изображениям светлее или темнее фона; кривые контраста более 100 % относятся к изображениям ярче фона. Пороги на графике (рис. 5) соответствуют 99 % вероятности обнаружения отклонения, т. е. достоверному факту. Порог стереоскопического (бинокулярного восприятия глубины) зрения является разностью параллактических узлов двух объектов, разнесённых по дальности на единицу квадрата стягивания угла зрения 1 град|14 сек.

Кривая (рис. 5) характеризует степень уменьшения угла зрения (увеличения остроты стереоскопического зрения по мере увеличения освещённости). Цветное освещение реализуется фильтром перед источником света или цветным дисплеем имеет склонность к искажению естественного цвета изображения (уменьшает количество информации). Кривая на рис. 7 характеризует этот эффект снижения адаптации.

Эффективность различения деталей на изображении показано на рис. 7, а рис. 8 характеризует остроту зрения разных частей глаза при разных уровнях яркости. Нуль на оси абсцисс соответствует фовеа, а другие цифры - разным угловым позициям в стороны от линии носа (височные углы). На рис. 8 отражены кривые чувствительности части глаза в направлении 20 град от фовеа (0 град) на височной стороне, а височный угол – на рис. 10. Кривые (рис. 11) показывают интенсивность точечного источника световых сигналов разного цвета при рассмотрении на нейтральных фонах разной яркости (при 90 % пороговой величине, т. е. правильной оценке в 90 % случаев).

Обнаружение отклонения от текущего изображения человеческий глаз способен произвести при угле 5 мин дуги (рис. 12), где отражено влияние на указанный фактор света различных цветов, где гарантированным углом стягивания зрения составляет угол ≈ 12 мин. дуги.

Вопросы требований к системам освещения, уровня шума и вибрации, вентиляции, отопления и кондиционирования, микроклимата, ионизирующих и электромагнитных излучений, электростатических и магнитных полей отражаются в инструкциях по охране труда для персонала, занятого постоянной

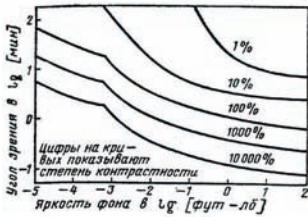


Рис. 5.



Рис. 6.



Рис. 7.

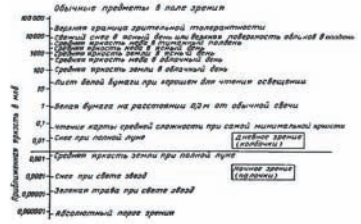


Рис. 8.

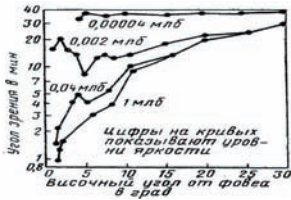


Рис. 9.

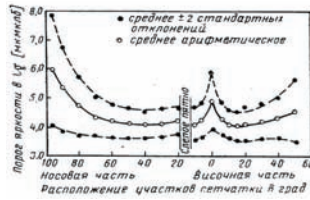


Рис. 10.

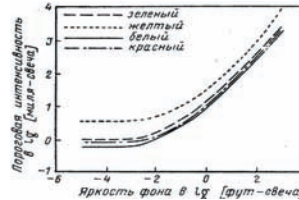


Рис. 11.

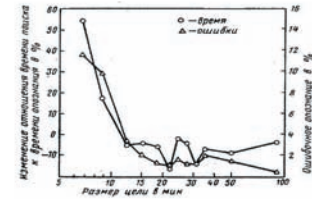


Рис. 12.

работой на ПЭВМ м операторов-пультовщиков-стале-
плавильщиков, ферросплавного и др. производств в
металлургии.

Определяющие факторы оценки пространственно-
оптических характеристик гигиены зрительной рабо-
ты приведены в табл. 9–14.

Таблица 9

Классификационные признаки оптически-наблюдаемых объектов

Наименование признака	Системные параметры признака объекта
Размер объекта	Малый размер (менее 100 м ²) – торговые точки, квартиры, малые офисы, малые магазины, расположенные в зданиях жилых домов, и т. п. Средний размер (100-500) – коттеджи и загородные дома, многоквартирные квартиры, коммерческие банковские помещения и др. Большой размер (500-3000 м ²) – промышленные предприятия, складские помещения, офисы фирм, автостоянка и др. Сверхбольшой размер (более 3000 м ²) – промышленные предприятия, склады и т. п.
Расположение объекта	Объект вынесен за пределы основного предприятия (складские помещения, находящиеся ближе к транспортному узлу, чем само предприятие и расположен в не охраняемой зоне предприятия) Объект находящийся в отдельно стоящем здании или занимает его часть в пределах производственной зоны предприятия Объект находящийся в отдельно стоящем здании или занимает его часть на охраняемой территории Объект находящийся в отдельно стоящем здании или занимает его часть рядом с объектом повышенной опасности (вокзалы, бары, залы с игровыми автоматами) Объект стратегического назначения
Степень защиты объекта	Слабо защищённые объекты – многие из потенциальных мест вне контроля охраны Хорошо защищённые объекты – потенциально опасные места имеются, но контролируются средствами наблюдения и охраны Надёжно защищённые объекты потенциально опасные места практически отсутствуют Простой – сотрудники охранного предприятия обходят территорию, специальных средств не используют
Возможный вид охраны	Автоматизированный – используются средства видеонаблюдения, сигнализации и др. способы контроля территории Комбинированный – широко используются видеотехнические средства наблюдения и патрулирование территории
Системы видеонаблюдения и охраны	Комбинированные системы – одновременно используются несколько технических средств обнаружения, использующих в своей работе приборы и компьютерные системы различных принципов действия

Таблица 10

Схемотехнические характеристики систем видеонаблюдения

Наименование характеристики	Значение характеристики		
	Auto Dome серия 200	Auto Dome серия 300	Auto Dome серия 500i
Диапазон оптического увеличения	18x	18x, 26x, 36x	
стандартные возможности			
Полностью заменяемые ЦП, модули связи и камеры с горячей заменой	+	+	+
Камера с высоким разрешением 540 ТВЛ	-	+	+
Камера с широким динамическим диапазоном	-	+	+
Чувствительность к инфракрасному излучению камеры «День/ночь»	-	+	+
Интеграция кадров <i>Sens Up</i>	-	+	+
Передача по НВП и коаксиальному кабелю	+	+	+
Возможность соединения аналоговых и IP-устройств			
Дистанционная настройка <i>BilinX</i>	+	+	+
Компенсация кабеля	+	+	+
Вандалозащитный кожух повышенной прочности	+	+	+
Расширенные возможности			
Слежение за объектом <i>AutoTrack</i>	-	-	+
Видеодетектор движения	-	-	+
Цифровая стабилизация изображения	-	-	+
Маскировка секторов и части изображения	-	+	+
Программируемые «правила» обработки тревожных видеозаписей	-	+	+

Таблица 11

Системотехнологические характеристики видео извещателя

Наименование параметра	Значение параметра
1 Яркость знака (яркость фона), кд/м ²	35-120
2 Внешняя освещённость экрана, лк	100-250
3 Контрастность (для монохромных изображений)	3:1-1.5:1 Не более 1.7
4 Неравномерность яркости в рабочей зоне экрана	
5 Отклонение формы рабочей зоны экрана от прямоугольности:	
а) по горизонтали и вертикали	Не более 2 %
б) по диагонали	Не более 4 %
	отношения суммы коротких сторон к сумме длинных
6 Разность длин рядков или столбиков	Не более 2 % среднего значения
7 Размер минимального элемента изображения (пикселя) для монохромных изображений, мм	0.3

Продолжение таблицы 11

8 Допустимая временная нестабильность изображения (мигания)	Не должна быть зафиксирована в 90 % наблюдателей
9 Отражённая составляющая, зеркальное и смешанное отражение (отблеск), %, (допускается выполнение требований при использовании приэкранного фильтра)	Не более 1
10 Отношение ширины знака к его высоте для больших букв	0.7-0.9
11 Уменьшение размера знака	Не более 5 % высоты
12 Ширина линии контура знака	0.15-1 высоты знака
13 Модуляция раstra:	
а) для монохромных изображений	Не более 0.4
б) для многоцветных изображений	Не более 0.7
14 Расстояние между рядками	Не менее ширины контура знака или одного элемента изображения

Таблица 12

Системотехнологические характеристики видео извещателя

Наименование характеристики	Значение параметра
Напряжение питания, В	10-30
Потребляемый ток, мА	≤ 20
Частота излучений, МГц	9375±50
Максимальная длина зоны обнаружения, м	40
Минимальная длина зоны обнаружения, м	10
Максимальная ширина зоны обнаружения, м	8
Минимальная ширина зоны обнаружения, м	3
Вероятность обнаружения	0.98
Средняя наработка на ложное срабатывание, час	2000
Средняя наработка на отказ, час	25000
Срок службы, лет	10
Рабочий диапазон температуры, °С	(-50)-(+50)

Таблица 13

Нормированные параметры микроклимата для помещений ВДТ и ПЭВМ

Пора года	Категория работ по ГОСТ 12.1-005-88	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, мк
		Оптимальная	Оптимальная	Оптимальная
Холодная	Лёгкая-1а	22-24	40-60	0.1
	Лёгкая-1б	21-23	40-60	0.1
Тёплая	Лёгкая-1а	23-25	40-60	0.1
	Лёгкая-1б	22-24	40-60	0.2

Таблица 14

Уровни ионизации воздуха помещений при работе на ВДТ и ПЭВМ (в соответствии с СН 2158-80)

Уровни ионизации	Количество ионов/1см ³ воздуха	
	+n	-n
Минимально необходимые	400	600
Оптимальные	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимые	50000	50000

Заключение

Согласно вышеперечисленных нормативных санитарно-гигиенических документов по охране труда установлены внутрисменные режимы труда и отдыха пользователей ЭВМ:

- для разработчиков программ с применением ЭВМ необходим перерыв 15 минут через каждый час работы;
- для операторов ЭВМ – 15 минут через каждые два часа;
- для операторов компьютерного набора – 10 минут после каждого часа работы за компьютером.

Длительность непрерывной работы не должна превышать 4 часа. Кроме того, с целью предотвращения усталости и снижения нервно-эмоциональной нагрузки, некоторые перерывы рекомендуется использовать для выполнения комплекса упражнений для глаз, рук, позвоночника, улучшения мозгового кровообращения.

Полученные теоретические результаты проверялись в условиях ОАО «Мотор-Січ» и ОАО «Днепро-спецсталь» (г. Запорожье).

Исследовались три группы пользователей по 60 человек:

- в первую вошли инженеры-программисты;
- во вторую – инженеры-экономисты, которые в своей работе используют уже разработанное программное обеспечение;
- в третью – операторы комп'ютерного набора.

В каждую группу были включены сотрудники, имеющие стаж работы три, пять и десять лет (по 20 человек).

Работоспособность оценивалась самими пользователями по 5-ти бальной системе. При этом учитывалось изменение настроения, качество сна, частота возникновения головных болей, утомляемость, признаки перенапряжения органов зрения.

В ходе исследований выявлено, что практически у всех опрошенных продолжительность непрерывной работы за компьютере составляет более 6 часов. Все работники, как правило, делают перерывы после окончания определенного этапа работы или при снижении работоспособности до 1-2 баллов.

У специалистов, которые интенсивно используют компьютер в условиях значительного умственного напряжения (стаж работы 10 лет) достаточно часто возникают психологические и поведенческие нарушения: нервозность и повышенная раздражительность у 35 % опрошенных; тревога – у 10 %; нерешительность – у 5 %; замкнутость – 40 %; 84% опрошенных жалуются на затуманивание зрения, трудности при переносе взгляда с ближних на дальние и с дальних на ближние предметы, кажущиеся изменение окраски предметов, их двоение, неприятные ощущения в области глаз – чувство жжения, «песка», покраснение век, боли при движении глаз.

В ходе исследований, к сожалению, была выявлена слабая приверженность всех испытуемых к методам профилактики профессиональных заболеваний. Знали о значении активного отдыха и необходимости выполнения гимнастических упражнений для снятия нервного напряжения и мышечного расслабления практически все опрошенные. Однако, только комплекс упражнений для рук выполня-

ется регулярно основным контингентом сотрудников (53 %). Комплекс упражнений для улучшения мозгового кровообращения выполняется частично отдельными специалистами (32 %). При этом они отмечают, что для выполнения упражнений необходимо свободное пространство, которое, как правило, ограничено в рабочих помещениях. Отсутствие комнат психологической разгрузки и места для занятий физкультурой (СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания») является одной из причин не выполнения комплекса упражнений для позвоночника.

Всего 5 % опрошенных выполняют этот комплекс в свободное от работы время под присмотром специалистов.

Учитывая значительный процент жалоб, связанных с проблемами зрения наше удивление вызвал тот факт, что зарядку для глаз не делал ни один из опрошенных. Основная причина - дискомфорт во время выполнения упражнений.

Учитывая международный опыт и практику современного профлечения, применяемого на Украине, всем испытуемым было предложено пройти курс цветоимпульсной терапии АСИР (на базе санатория-профилактория «Славутич СП ЗМКБ «Прогресс» им. А. Г. Ивченко г. Запорожье). Этот аппарат предназначен для ритмической фоторефлексотерапии в диапазоне видимого света с целью профилактики и лечения состояний, обусловленных недостаточной естественной освещенностью, искусственным освещением служебных помещений, декомпенсированным недостатком или избытком одного или нескольких цветов. Изменение окраски света осуществлялось с помощью светофильтров, закрепляемых в оптической системе. Окрашенный свет оказывает различное воздействие на эмоциональное состояние пациента и зависит от применяемого цвета. Было отдано предпочтение зеленому цвету, так как этот цвет для большинства людей является цветом комфорта, вызывают чувство покоя и релаксации. Действие цвета можно усилить, используя его в режиме «ПЛАВНО» в комфортном ритме. Курс лечения включал 15 процедур по 15 минут [3].

В результате проведенного курса лечения, все специалисты отметили улучшение общего самочувствия, восстановления работоспособности до 5 баллов у лиц, имеющих стаж работы 3-5 лет и до 4 баллов при стаже 10 лет. Также прослеживалась четкая тенденция к нормализации эмоционального фона (до 5 баллов) и полное исчезновение признаков перенапряжения органа зрения у лиц со стажем работы 3-5 лет. Большая часть опрошенных с удовлетворением отметили, что после цветоимпульсной терапии аппаратом АСИР информации, особенно во второй половине дня.

У специалистов со стажем работы 10 лет стабилизировалось артериальное давление, улучшилось качество сна, снизилась частота головных болей, зрение восстановилось частично, что, по-видимому, связано с необратимыми физиологическими процессами в организме.

Таким образом, проведенные исследования показали, что длительная и интенсивная работа за компьютером влияет на здоровье специалистов. Учитывая, что основной контингент работающих не вы-

полняет рекомендації по режиму чередування труда и отдыха (1 час работы 10-15 минут перерыва), то необходимо повысить уровень просветительной работы и эффективность контроля службы охраны труда предприятия. Звуковой или музыкальный сигнал позволил бы сделать перерывы в работе более организованными.

Выполнение комплекса упражнений для снятия утомления глаз, предусматривающий воздействие на биологически активные точки, а также упражнений для повышения мышечного тонуса и снятия напряже-

ния отдельных групп мышц даст возможность сохранить высокий уровень работоспособности в течении длительного времени.

Цветимпульсная терапия с помощью аппарата АСИР сочетает общее корригирующее действие на организм с локальным? на орган зрения. Это дает дополнительные преимущества данному комплексу лечения, а в сочетании с лечебно-профилактической зарядкой поможет сохранить здоровье и предотвратить возникновение профессиональных заболеваний среди пользователей ЭВМ.

Література

1. Шевченко А. М. Гігієна праці (Текст): Підручник А. М. Шевченко, О. П. Яворовський, Г. О. Гонгарук та ін.: За ред. проф. А. М. Шевченка. – К., Інфотекс.
2. Жидецкий В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Навчальний посібник.- Вид. 2-с., доп. – Львів: Афіша, 2001. – 176 с.
3. ДСанПін 3.3.2.007-98 «державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
4. Цветимпульсная офтальмотерапия аппаратом АСИР в комплексном лечении синдрома хронической усталости. Н. В. Гаврюшенко, Т. И. Михайлова, О. Б. Егорченко и др. «Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия» 2, 2008.
5. Милсум Дж. Анализ биологических систем управления/ Пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума. – М.: Мир, 1968. – 502 с.
6. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования/ Пер. с англ.; Под ред. Б. Ф. Ломова, В. И. Петрова. – М.: машиностроение, 1971. – 488 с.
7. Правила устройства электроустановок. – Харьков: индустрия, 2007. – 416 с.
8. Видавництво індустрія. Каталог продукції: Вересень 2008 р. – Харків, 2008. – 96 с.
9. Комплексна програма енергозбереження Запорізької області. – Запоріжжя: Обласна науково-технічна рада з енергозбереження, 1997. – 162 с.
10. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Частина II. Прогнозування балансів паливно-енергетичних ресурсів: Схвалено розпорядженням КМУ України від 15 березня 2006 р. № 145-р. – Київ: КМУ України, 2006. – 121 с.
11. Збірник основних законодавчих та нормативно-правових актів, які визначають функції державного управління – Державної інспекції з енергозбереження. – Київ: Державна інспекція з енергозбереження, 2007. – 1193 с.
12. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления. – М.: Наука, 1986. – 616 с.
13. Дремін І. М., Іванов О. В., Нечитайло В. А. Вейвлеты и их использование// УФН, том 171, № 5. – 2001. – с. 465-501.
14. Омату С., Халид М., Юсоф Р. Нейроуправление и его приложения: Книга 2 /Пер. с англ. Н. В. Батина.; Под общ. Ред. А. И. Галушкина, В. А. Птичкина. – М.: ИПРЖР, 2000. – 272 с.
15. Труфанов И. Д., Лютыи А. П. «Интеллектуальные» системы охраны периметра промышленных объектов// Электрик: Международный электротехнический журнал. – Начало: № 10/2009. – с. 2-5; Продолжение: № 11/2009. – с. 10-13; окончание: № 12/2009. – с. 2-5.
16. Наказ № 21 від 10. 02. 99: Міністерство праці та соціальної політики України. Комітет по нагляду за охороною праці України. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 червня 1999 р. за № 382/3675 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».