

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 616.036

РИСКИ ВЛИЯНИЯ СВЕТА СВЕТОДИОДНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ОПЕРАТОРА

В.А. Капцов¹, В.Н. Дейнего²

¹ ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1,

² ООО «Новые энергетические технологии», Россия, 143025, Московская обл., Деревня Сколково, «Технопарк „Сколково“», ул. Новая, 100

Осветительные светодиодные панели с торцевой подсветкой своим светом создают дополнительную нагрузку на оператора, усиливая подавление синтеза мелатонина. Спектр света, излучаемого экраном со светодиодной подсветкой, влияет на циркадные ритмы, сонливость и когнитивные уровни производительности труда. Исследования возможности применения светодиодного освещения во время работы в профессиях, связанных с безопасностью движения, прежде всего машинистов, водителей и диспетчеров-операторов, показали снижение функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, увеличению времени выполнения сложной зрительно-моторной реакции и значимом снижении готовности к экстренному действию.

Ключевые слова: светодиодные панели, риск для здоровья, функциональная устойчивость.

В современных информационных системах управления сложными энергетическими и транспортными системами особое место принадлежит человеку-оператору. Проблеме эффективности его работы посвящен ряд научных публикаций [3, 7, 9], в которых, однако, не рассматривается влияние спектра света, излучаемого устройствами отображения информации и осветительными приборами, на состояние здоровья и зрительного анализатора операторов. Известно, что от состояния оператора воспринимать информацию, его психофизического статуса и здоровья в значительной степени зависят скорость и адекватность принятия решения в экстремальных ситуациях.

По данным корпорации по исследованиям в области планирования на случай возникновения чрезвычайной ситуации в банках международного валютного фонда

до 10 % угроз отказов информационных систем исходит от операторов. По другим данным американских источников, в целом степень влияния человеческого фактора на информационные системы еще выше и составляет до 30 %, причем до 18 % из них приходится на небрежное и халатное отношение к обработке или вводу информации. Согласно одному из проводимых опросов, осуществленных в 2005 г., в России самой серьезной угрозой названа непреднамеренная ошибка операторов [1].

В настоящее время рабочие места операторов информационных систем укомплектованы экранами со светодиодной подсветкой, которые освещаются светодиодными панелями. Учитывая агрессивное внедрение высокоинтенсивных светодиодов в устройства отображения информации и осветительные приборы, становится все более ак-

© Капцов В.А., Дейнего В.Н., 2014

Дейнего Виталий Николаевич – руководитель проекта (e-mail: aet@aetechnologies.ru; тел. 8 (495) 280-76-07).

Капцов Валерий Александрович – член-корр. РАМН, доктор медицинских наук, профессор, советник директора (e-mail: karcovva39@mail.ru; тел. 8 (499) 15-33-628).

туальной проблема влияния спектра их света на глаза и здоровье оператора [2, 12, 13].

К особенностям влияния спектра света белых светодиодов на здоровье человека, который работает по сменам (день – ночь), относится тот факт, что глаза оператора (особенно в ночное время) подвергаются воздействию как света от плоского экрана, который имеет светодиодную RGB-подсветку, так и света от плоских светодиодных светильников (панелей).

В основе белых светодиодов лежит синий светодиод с длиной волны максимума излучения 455–465 нм и преобразующий его желтый люминофор.

Базовая длина волны для белого светодиода (460 нм) оказывает на глаза и здоровье человека специфическое воздействие и является для него одной из основных частот. На этой длине электромагнитного излучения биоритмы человека синхронизированы с солнцем (с циклами «день – ночь»). Свет, попадающий в глаза человека, вызывает целый ряд биологических и поведенческих эффектов: секрецию мелатонина и кортизола, циркадные изменения. Исследования ученых Института неврологии университета им. Томаса Джефферсона (США) показали, что в глазах человека, кроме колбочек и палочек, имеется третий тип фоторецепторов, который не влияет на зрительный процесс. Эти клетки располагаются в нижней части сетчатки и содержат светочувствительный пигмент меланопсин, который преобразует световое излучение 460 нм в электрические сигналы, передающиеся в эпифиз, синтезирующий определенную дозу мелатонина. Сегодня известны основные физиологические функции мелатонина, такие как:

- биоритмологическая функция;
- терморегуляция и индукция сна;
- антиоксидантный эффект;
- иммуномодулирующее действие;
- антистрессорное действие;
- регуляция полового развития.

Установлено, что именно ночью вырабатывается 70 % суточного количества ме-

латонина – гормона, который защищает нас от стрессов и преждевременного старения, от простудных и даже онкологических заболеваний. У каждого человека в соответствии с его возрастом кривая накопления мелатонина своя, специфичная как отпечатки пальцев, и она показывает дозу накопленного за ночь мелатонина, препятствующую образованию свободных радикалов. В настоящее время свободные радикалы рассматриваются как неполноценные молекулы, которые лишены одного электрона и всячески пытаются его вернуть, отнимая у других, «нормальных», молекул. Механизм антиоксидантного действия проявляется в том, что мелатонин обладает выраженной способностью связывать свободные радикалы. Дефицит мелатонина в этом процессе приводит к отложенным рискам возникновения тяжелых клинических последствий для здоровья человека. Было показано, что освещенность в 1,3–4,0 лк монохромного синего света или в 100 лк белого света подавляет продукцию мелатонина. Это подавление мелатонина в вечернее время, когда включено освещение, может привести к сдвигу биологических часов человека.

Особенно опасно спать перед экраном светодиодного монитора при включенном общем светодиодном освещении, которое даже через закрытые веки подавляет выработку мелатонина. Исследователи из Гарвардской медицинской школы в городе Бостон (Harvard Medical School in Boston) доказали это, проведя специальное исследование. Они пригласили для участия в эксперименте 116 добровольцев в возрасте от 18 до 30 лет, которые на протяжении пяти вечеров по 8 часов в день подвергались воздействию света разной яркости в период, предшествующий ночному сну, и во время него. С помощью введенного внутривенного катетера у испытуемых каждые 30–60 минут проводился забор крови для определения уровней мелатонина. Было установлено, что чем ярче свет, тем ниже были уровни гормона, хотя наивысшее содержание мелатонина в крови должно было быть в период от полуночи до 4 часов утра.

Кроме того, наличие света во время сна еще сильнее снижало его содержание в крови. «Невинная привычка спать при включенном свете легко может обернуться стойкой гипертонией и появлением диабета 2-го типа», – предупреждал профессор Джошуа Гули (Joshua Gooley), руководитель эксперимента.

Необходимо отметить, что многие устройства отображения информации имеют светодиодную подсветку («холодные» белые светодиоды или RGB), которые также подавляют выработку мелатонина. Об этом свидетельствуют результаты опроса *Sleep in America* (2011), проведенного в США организацией *National Sleep Foundation* (NSF). Согласно пресс-релизу, более 95 % опрошенных американцев признались, что перед сном они около часа пользуются каким-либо коммуникационным устройством (смартфоном, ноутбуком, ПК или планшетом). Общение в социальных сетях, просмотр фильмов на планшете в условиях искусственного освещения, поиск информации в Интернете и другая сходная деятельность, не дающая мозгу расслабиться (влияние синего света от подсветки экрана), предотвращает выделение мелатонина – гормона, который посылает сигнал телу о том, что пора отдохнуть (спать). Это приводит к сбою в работе внутренних часов организма и, следовательно, к бессоннице.

Светодиодное освещение влияет не только на глаза и гормональную систему человека, но и на его психофизиологическое состояние, работоспособность и утомляемость.

После утверждения СанПиНа по пассажирским перевозкам, разрешившего использование светодиодов на железнодорожном транспорте, специалисты лаборатории «Профессионального отбора и психофизиологии и реабилитации» ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора провели исследования возможности применения светодиодного освещения во время работы в профессиях, связанных с безопасностью движения, и прежде всего машинистов водителей и диспетчеров-операторов. В эксперименте участвовали волонтеры среднего возраста (у них меньший за-

пас мелатонина, чем у молодежи). К 45 годам в крови человека содержится лишь половина того количества гормона, которое вырабатывается в юности. Одновременно у пожилых людей меняются амплитуда и динамика суточной секреции мелатонина. Метрологическую оценку светильников и рабочего места проводили ведущие специалисты по охране труда ОАО «ВНИИЖТ», которые реализуют программу по внедрению светодиодного освещения на объектах ОАО «РЖД».

Было выполнено четыре серии исследований с использованием традиционных (лампы накаливания, люминесцентные) и новых (светодиоды) источников света.

На первом этапе у исследуемых регистрировали показатели общего функционального состояния и отдельно зрительного анализатора. На втором этапе моделировалась умственная нагрузка, имитирующая операторскую деятельность.

И на третьем этапе повторялись исследования первого этапа.

Для моделирования операторской деятельности была использована методика готовности к экстренному действию (ГЭД), которая широко используется для решения аналогичных задач и утверждена для применения на железнодорожном транспорте.

Результаты эксперимента показали снижение функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, увеличение времени выполнения сложной зрительно-моторной реакции и значимое снижение готовности к экстренному действию обследуемых лиц.

Интегральные оценки психофизиологического состояния, полученные в ходе эксперимента (плюс – позитивные изменения или тенденции, минус – негативные изменения или тенденции), были таковы:

- лампа накаливания с белым плафоном – плюс 5;
- люминесцентный светильник – минус 2;
- светодиодный фонарь с микролинзовым рассеивателем – минус 5;
- светодиодная панель с микролинзовым рассеивателем – минус 9.

Анализ вышеприведенных и ранее полученных [2] данных позволяет сделать следующие выводы:

- от спектра света белого светодиода и применяемой оптики (на уровне светодиода и осветительного прибора) зависит степень воздействия этого света на психофизиологическое состояние человека. Прямое воздействие света от светодиодов (растровый светодиодный светильник, изготовленный по рекомендации НИИ СФ (открытые линзы белых светодиодов)) снижает работоспособность более чем в 2 раза и повышает утомляемость испытуемых более чем в 2 раза. Неравномерное свечение светодиодного светильника вызывает дискомфорт и при этом его оценка по общепринятым формулам является некорректной и недопустимой;

- по «мелатониновому» признаку особо опасно использовать для освещения в вечернее и ночное время светодиоды холодного (6000–10000 К) и даже нейтрального (4000–5000 К) белого света. Биологическая доза (подавление мелатонина) по сравнению с лампой накаливания возрастает в 2–3 раза;

- проведенные организацией ООО «Полупроводниковая техника» исследования доказали, что нельзя бездумно заменять привычные источники света в традиционных светильниках. Поскольку обладающие большей, по сравнению со стандартными люминесцентными лампами, светимостью светодиоды имеют большее слепящее действие, то у человека, длительное время находящегося в офисе с открытыми светильниками, снижается работоспособность и увеличивается утомляемость;

- светодиодное освещение вызывает неадекватное управление диаметром зрачка глаза, и на сетчатку попадает большая доля синего света, чем при солнечном свете при равной освещенности. Авторы определили это как «эффект меланопсинового креста» для современного энергосберегающего освещения [5].

Особенности влияния света на человека-оператора были представлены в исследованиях специалистов США, которые из-

ложены в статье «Воздействие в вечернее время на человека света LED-подсветки экрана компьютера на его циркадный ритм и когнитивные функции» [10]. Показано, что население в вечернее и ночное время проводит все больше времени перед экранами компьютеров со светодиодной подсветкой. Учитывая это, были исследованы уровни мелатонина (маркера циркадных часов), бдительности и когнитивных уровней производительности у 13 молодых мужчин-добровольцев в контролируемых лабораторных условиях. Качество экранов персональных компьютеров (с подсветкой люминесцентной лампой и светодиодами) и визуальный комфорт были оценены одинаково, но было отмечено, что экран без светодиодной подсветки с люминесцентной лампой, как правило, считался более ярким. Экран с LED-подсветкой излучал в 3,32 раза больше света в синем диапазоне между 440 и 470 нм, чем дисплей с люминесцентной лампой.

Обобщенные результаты исследований представлены на рис. 1–3.

Данные, приведенные на рисунках, показывают, что спектр света, излучаемого экраном со светодиодной подсветкой, влияет на циркадные ритмы, сонливость и когнитивные уровни производительности. Как видно из представленных фактов, уменьшение сонливости приводит в краткосрочном интервале времени к увеличению работоспособности здорового человека. Авторы проведенных исследований отмечали необходимость разработки программы по управлению спектром светодиодной подсветки экрана с учетом информации об индивидуальных особенностях циркадных ритмов человека. При этом нужно принимать во внимание тот факт, что параметры RGB-света могут влиять на физическое состояние человека.

Но непродолжительные по времени испытания не могли выявить всю гамму последствий воздействия опасности синего света на здоровье человека-оператора. Крупнейшие американские эпидемиологические исследования показывают, что еже-

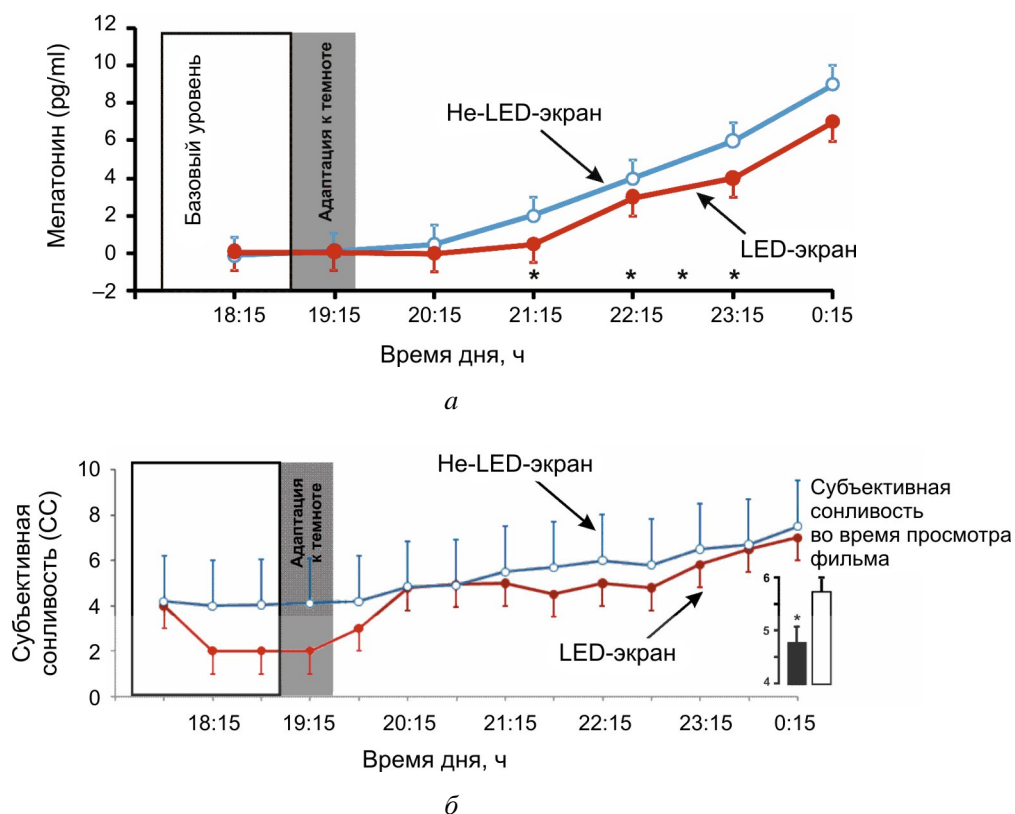


Рис. 1. Уменьшение мелатонина в слюне (а) и сонливость (б) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

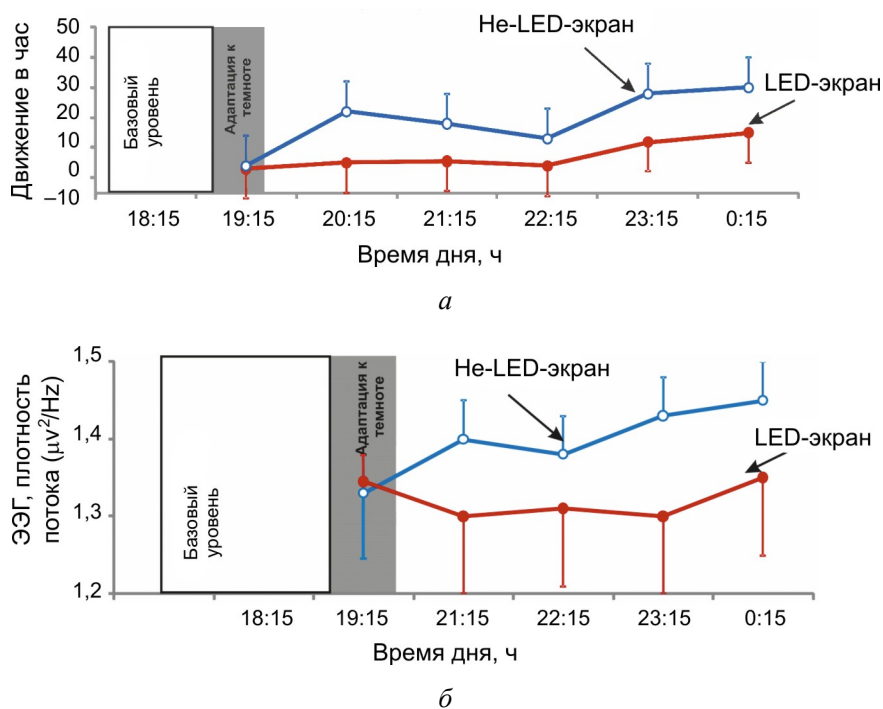


Рис. 2. Время реакции глаз (а) и изменение параметров ЭЭГ (б) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

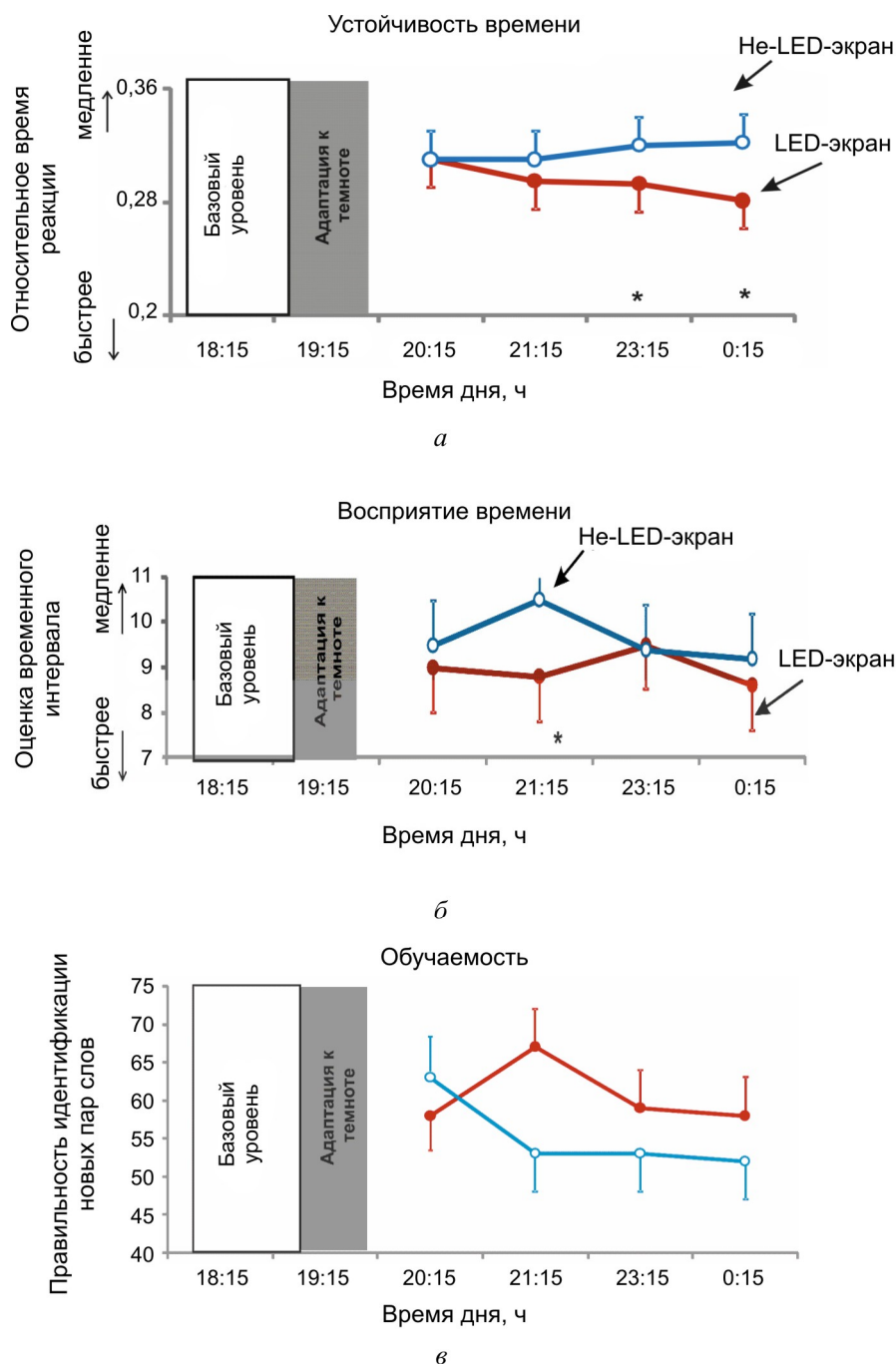


Рис. 3. Концентрация внимания (а), изменение восприятия времени (б) и показатель обучаемости (в) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

дневное дополнительное воздействие синего света на глаза молодого человека в подростковом возрасте к тридцати годам вызывает начало дегенерации сетчатки (AMD), что на 10 лет раньше, чем она возникает от естественного света, а это увеличивает вероятность стать слепым в два раза.

Необходимо отметить, что при модернизации мониторов, как правило, не учиты-

вается указанный механизм воздействия синего света на гормональную систему человека. Хотя есть и положительные примеры.

Так, известный производитель дисплеев компания АОС представила новую технологию, которая защищает зрение пользователей от негативного влияния синего излучения экраном со светодиодной подсветкой. Разработчики уже подали заявку на патент-

ное оформление своего изобретения, которое получило незамысловатое имя Anti-Blue Light (ABL). Благодаря новой технологии пиковое значение длины волн, излучаемых подсветкой, увеличено с 450 до 460 нм. По утверждению АОС, даже такое незначительное изменение позволяет вывести синюю составляющую из опасного диапазона. Опасным диапазоном считаются длины волн от 380 до 450 нм. При длительной работе за монитором именно они оказывают пагубное воздействие на зрение. Несмотря на снижение интенсивности подсветки, в целом качество изображения при использовании данной технологии не страдает. В технологии не применяются никакие дополнительные фильтры и программное обеспечение, а подавление опасных волн не приводит к нарушению цветового баланса. АОС планирует внедрить свою новинку в мониторы 76V Series. Осталось дожидаться подробностей разработки, чтобы понять, чем она лучше других решений. Например, представленные на IFA 2014 мониторы Philips SoftBlue также оберегают зрителей от вредного излучения и, как и в АОС ABL, здесь всё выполнено на уровне контроллера светодиодной подсветки.

Осветительные светодиодные панели с торцевой подсветкой своим светом создают дополнительную нагрузку на оператора, усиливая подавление синтеза мелатонина, так как в общем спектре света увеличивается доза синего света с длиной волны 460 нм. Повышение производительности труда оператора в ночное время хорошо для его руководства (работодателя), но в отдаленной перспективе это увеличивает накопленный дефицит мелатонина у работника. При достижении критической дозы дефицита мелатонина наступает спад в показателях работоспособности оператора, особенно выраженный у лиц старших возрастных групп (рис. 4).

Неполадки в циркадном ритме ускоряют дегенеративные процессы в мозгу, лежащие в основе старческого слабоумия, синдромов Альцгеймера и Паркинсона. Нейробиологи из Орегонского университета США сообщают, что, по их данным, расстроенные биологические часы увеличива-

ют риск развития нейродегенеративных болезней. Чем хуже «настроены» биологические часы, тем сильнее разрушается нервная ткань, и чем сильнее она разрушается, тем больше нарушений в часах. Учёные не исключают, что можно затормозить старение мозга, если суметь как-то поддержать правильное функционирование биологических часов и работу эпифиза [6].

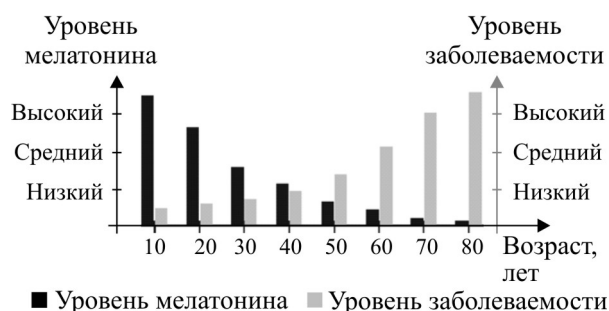


Рис. 4. Возрастная динамика содержания мелатонина в организме человека и уровня заболеваемости¹

Современные тенденции развития светодиодов и их внедрение в устройства отображения информации и освещения несут определенные риски негативного воздействия на здоровье и состояние человека – оператора информационных систем управления. Все это вызывает озабоченность в первую очередь у врачей, которые должны стоять на охране здоровья человека, а также у разработчиков новых источников света [3].

В последнее время на рынке появились новые световые продукты. Например, учитывая рекомендации врачей, фирма ELECTROSPELL разработала инновационные «вольфрамовые» и RGB-светодиоды с расширенным спектром [8]. По спектру белого света они имитируют свет обычной вольфрамовой нити лампы накаливания, что делает их идеальными для замены ламп накаливания и подсветки экранов. Спектры излучения RGB-светодиодов

¹ График составлен на основе зарубежных научных материалов, посвящённых анализу возрастной подверженности хроническим заболеваниям и изменениям содержания мелатонина в крови.

с расширенным спектром полностью гармонизированы со спектром поглощения RGB-палочкам глаза человека. Применение таких светодиодов позволит снизить долю синего в спектре света при соблюдении критерия «эффекта меланопсинового креста» [5] и уменьшить негативное влияние светодиодных панелей устройств отображения информации и осветительных приборов.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что:

– в устройствах отображения информации и осветительных приборах рабочего места оператора все шире применяются светодиодные панели с торцевой светодиодной подсветкой, существенно влияющие на синтез и накопленный дефицит мелатонина;

– накопленный дефицит мелатонина формирует риски нарушения психофизиологических функций и сокращения времени возникновения и скорости развития болезней у операторов информационных систем управления;

– необходимо разработать программу по управлению спектром RGB-светодиодной подсветки экрана с учетом информации об индивидуальной особенностях циркадного ритма человека-оператора, надежно защищенную от взлома;

– следует пересмотреть нормативные документы по охране и гигиене труда с учетом негативного влияния синего света в спектре осветительных приборов и устройств отображения информации.

Список литературы

1. Акимов Г.П., Соловьев А.В., Пашкина Е.В. Методологический подход к определению влияния человеческого фактора на работоспособность информационных систем // Труды ИСА РАН. – 2007. – Т. 29. – С. 102–112.
2. Дейнего В.Н. Выбор концепции построения безопасной и энергосберегающей системы // Кабель-news. – 2012. – № 2. – С. 50–64.
3. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Современная парадигма восприятия света и гигиена зрения при светодиодном освещении. // Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды, 12–13 декабря 2013 г. – М., 2013.
4. Дейнего В.Н., Иванов В.Ф. Радуга цветов изоляции проводов в свете светодиодного освещения // Кабель-news. – 2013. – № 2. – С. 56–62.
5. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Свет энергосберегающих и светодиодных ламп и здоровье человека // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 81–84.
6. Дейнего В.Н., Капцов В.А., Сорока А.И. Влияние света и физических полей на риск дисгармонизации синтеза мелатонина в шишковидной железе // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 30–40.
7. Интеллектуальное управление риском при эксплуатации сложных технологических систем / О.Л. Шестопалова, Е.И. Бессонов, П.Е. Бессонов, Д.А. Чагин; под ред. профессора А.Н. Миронова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2008. – 523 с.
8. Капцов В.А., Вильк М.Ф., Викторов В.С. Проблема использования светодиодных источников света на железнодорожном транспорте // Экология человека и медико-биологическая безопасность населения: сб. трудов VIII межд. симпозиума. – Венгрия – Австрия, 2012. – С. 43–46.
9. Организация мониторинга функционального состояния операторов информационно-управляющих систем / В.Л. Гузенко, А.В. Клепов, А.Н. Миронов, Е.А. Миронов, О.Л. Шестопалова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – URL: www.science-education.ru/116-12364 (дата обращения: 13.08.2014).
10. Evening exposure to a light emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance / Ch. Cajochen, S. Frey, D. Anders, J. Spati, M. Bues, A. Pross, R. Mager, A. Wirz-Justice, O. Stefani // *Articles in Press. J. Appl. Physiol.* – 2011. – March, 17.
11. Fluorescent lighting, headaches and eye-strain / A.J. Wilkins, I.M. Nimmo-Smith, A. Slater, L. Bedocs // *Lighting Research and Technology.* – 1989. – Vol. 21 (1). – P. 11–18.
12. Kennedy A., Murray W.S. The effects of flicker on eye movement control // *Q. J. Exp. Psychol. A.* – 1991. – Vol. 43 (1). – P. 79–99.
13. Shady S., MacLeod D.I.A., Fisher H.S. Adaptation from invisible flicker // *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* – 2004. – Vol. 101. – P. 5170–5173.

References

1. Akimova G.P., Solov'ev A.V., Pashkina E.V. Metodologicheskij podhod k opredeleniju vlijaniya chelovecheskogo faktora na rabotosposobnost' informacionnyh sistem. Trudy ISA RAN, 2007 [Methodological approach to determining the influence of human factors on the information systems performance. Proceedings of ISA RAS]. – T. 29. – C. 102–112.
2. Dejnogo V.N. Vybora koncepcii postroenija bezopasnoj i jenergosberegajushhej sistemy [Choice of the concept of building a secure and energy-saving system]. «Kabel'-news». – 2012. – № 2. – C. 50–64.
3. Dejnogo V.N., Kapcov V.A. Sovremennaja paradigma vosprijatija sveta i gigiena zrenija pri svetodiodnom osveshhenii [Modern paradigm of light perception and vision hygiene in LED lighting]. Materialy plenuma Nauchnogo soveta po jekologii cheloveka i gigiene okruzhajushhej sredy 12-13 dekabrya 2013g. – M., 2013.
4. Dejnogo V.N., Ivanov V.F. Raduga cvetov izoljacji provodov v svete svetodiodnogo osveshhenija [Rainbow of wire colors in the light of LED lighting]. Kabel'-news. – 2013. – № 2. – S. 56–62.
5. Dejnogo V.N., Kapcov V.A. Svet jenergosberegajushhih i svetodiodnyh lamp i zdorov'e cheloveka [Light of energy-saving and LED lamps and human health]. Gigiena i sanitarija. – 2013. – № 6. – S. 81–84.
6. Dejnogo V.N., Kapcov V.A., Soroka A.I. Vlijanie sveta i fizicheskikh polej na risk disgarmonizacii sinteza melatonina v shishkovidnoj zheleze [Effect of light and physical fields on the risk of melatonin synthesis disorder in the pineal gland]. Analiz riska zdorov'ju. – 2014. – № 2. – S. 30–40.
7. Intellektual'noe upravlenie riskom pri jekspluatacii slozhnyh tehnologicheskikh sistem / Shestopalova, O.L. E.I. Bessonov, P.E. Bessonov, D.A. Chagin, O.L. Shestopalova [Intelligent risk management in operating complex technological systems]. Pod red. d.t.n. professora A.N. Mironova. – SPb.: VKA im. A.F. Mozhajskogo, 2008. – 523 s.
8. Kapcov V.A., Vil'k M.F., Viktorov V.S. Problema ispol'zovanija svetodiodnyh istochnikov sveta na zheleznodorozhnom transporte [Problem of using LED light sources in rail transport]. Sb. «Jekologija cheloveka i mediko-biologicheskaja bezopasnost' naselenija». V111 mezhd. Simpozium. Vengrija – Avstrija, 2012. – S. 43–46.
9. Guzenko V.L., Klepov A.V., Mironov A.N., Mironov E.A., Shestopalova O.L. Organizacija monitoringa funkcional'nogo sostojanija operatorov informacionno-upravljajushhih sistem [Organization of monitoring the functional state of information management systems' operators]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014. – № 2. – URL: www.science-education.ru/116-12364 (data obrashhenija: 13.08.2014).
10. Cajochen Sh., Frey S., Anders D., Spati J., Bues M., Pross A., Mager R., Wirz-Justice A., Stefani O. Evening exposure to a light emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. Articles in PresS. J. Appl. Physiol. – 2011. – March, 17.
11. Wilkins, A.J., Nimmo-Smith, I.M., Slater, A. and Bedocs, L. Fluorescent lighting, headaches and eye-strain. Lighting Research and Technology. – 1989. – Vol. 21(1). – P. 11–18.
12. Kennedy, A. and Murray, W.S. The effects of flicker on eye movement control. Q. J. Exp. Psychol. A. – 1991. – Vol. 43(1). – P. 79–99.
13. Shady, S., MacLeod, D.I.A. and Fisher, H.S. (2004) Adaptation from invisible flicker. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. – 2004. – Vol. 101. – P. 5170–5173.

INFLUENCE RISKS OF THE LED PANEL LIGHT ON AN OPERATOR'S HEALTH

V.A. Kaptsov¹, V.N. Deinego²

¹ FSUE "All-Russian Research Institute of Railway Hygiene" Rospotrebnadzor,
Russian Federation, Moscow, 1, Pakgauznoe Highway, Bldg. 1, 125438,

² LLC "New energy technologies", Russian Federation, Moscow, Skolkovo village,
"Technopark "Skolkovo", 100, Novaya St., 143025

Lighting LED backlit panel with the backlighting creates additional load on an operator, increasing the suppression of melatonin synthesis. The spectrum of light emitted by the LED-backlit display affects the circadian rhythms, drowsiness and cognitive levels of productivity. The possibility of using LED lighting studies while working in professions related to traffic safety, and above all machinists-drivers and dispatchers-operators showed a decrease of functional stability to color sense of green and red signals, an increase in the execution time of complex visual-motor reactions and significant reductions in readiness for emergency action of the surveyed persons.

Key words: LED panel, health risk, functional stability.

© Kaptsov V.A., Deinego V.N., 2014

Deinego Vitaly Nikolaevich – Head of the Project (e-mail: aet@aetechnologies.ru; tel. 8 (495) 280-76-07).

Kaptsov Valery Aleksandrovich – Corresponding Member of RAMS, Doctor of Medicine, Professor, Director's Advisor (e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel. 8 (499) 15-33-628).