

УДК 613.6/628.979:612.014.44:001.5

# ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ СВЕТОДИОДОВ ХОЛОДНО-БЕЛОГО СВЕТА НА УРОВЕНЬ 6-СУЛЬФАТОКСИМЕЛАТОНИНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Мартиросова В. Г.<sup>1</sup>, Сорокин В. М.<sup>2</sup>, Назаренко В. И.<sup>1</sup>, Дмитруха Н. Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГУ «Институт медицины труда Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

<sup>2</sup>Институт физики полупроводников имени В. Е. Лашкарева Национальной академии наук, г. Киев

*Введение.* Светодиодные (СД) источники холодно-белого света с  $T_c = 4000$  К и выше излучают мощный поток в диапазоне 400–500 нм видимого света, что совпадает с зоной наибольшей чувствительности (477 нм) новых, недавно открытых ганглиозных клеток сетчатки (ГКС). Нервные пути ГКС заканчиваются в гипоталамусе и имеют влияние на секрецию шишковидной железы – гормон мелатонин. Предполагается, что работа, выполняющаяся в условиях световой среды, оборудованной холодно-белыми лампами, может привести к угнетению секреции мелатонина, влияющего на многие эндокринные процессы в организме. Проведенными нами ранее исследованиями установлено, что при выполнении работы в условиях освещения системой общего равномерного освещения с помощью светильников с СД холодно-белого света с  $T_c = 5999$  К, отвечающей гигиеническим требованиям, уровень работоспособности у испытуемых выше и стабильнее, чем при СД с  $T_c = 2700$  К.

*Цель исследования* – сравнительный анализ влияния СД излучения с  $T_c = 6000$  К на содержание мелатонина в организме работников офиса, длительно работавших в условия светодиодного и люминесцентного освещения.

*Материалы и методы исследования.* Исследовали содержание метаболита 6-сульфатоксимелатонина в моче у 10 экономистов, выполнявших свои производственные задания в условиях световой среды офиса, оборудованного СД источниками света с  $T_c = 6000$  К при освещенности 350–400 лк от системы общего равномерного освещения в течении 2 месяцев. Контрольную группу составляли 10 экономистов другого офиса в возрасте 25–30 лет, работавших в одинаковых условиях с основной группой, но при освещении с помощью светильников с линейными люминесцентными лампами той же  $T_c = 6000$  К.

*Заключение.* Установлено, что содержание метаболита мелатонина в моче офисных работников основной группы (при небольшом превышении) практически не отличается от содержания метаболита мелатонина в моче офисных работников контрольной группы, что предполагает отсутствие негативных эффектов воздействия излучения холодно-белых СД источников света на организм человека ( $p < 0,05$ ).

**Ключевые слова:** светодиодные источники света, цветовая температура, офисные работники, 6-сульфатоксимелатонин, мелатониновый обмен

## Введение

Вопрос создания комфортной световой среды на рабочих местах и в производственных помещениях в последнее десятилетие претерпевает большие изменения, что является следствием двух мировых открытий, удостоенных Нобелевской премии.

Первое открытие было сделано японским изобретателем Судзи Накамура в 1990 году, создавшего синий светодиод (СД), открывший путь к разработке белого СД, обладающего большим комплексом превосходных качеств – благоприятным спектром излучения, высокой световой отдачей при малом потреблении энергии, долговечностью, безртутностью и мн. др., что обеспечивало ему огром-

ную перспективу внедрения. Однако белый СД в спектре холодно-белого излучения (430–480 нм) выплескивает мощный поток синего света, который может вызывать дегенеративные изменения в сетчатке. Развитые страны – США, Германия, Франция, Скандинавские страны, Япония, Южная Корея, учитывая энергоэффективность и другие достоинства нового источника света, развернули производство получения твердого СД – кристалла, и начали широкое внедрение его в наружном освещении, производстве, офисах и в быту.

Второе открытие в 2002 году Г. С. Берзоном оповестило весь мир о существовании неизвестных светочувствительных ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) – ip RGC (intrinsic photosensitive Retinal

Ganglion Cell), явившихся недостающим звеном к палочкам и колбочкам, с пиком чувствительности в сине-голубой области и, как оказалось, ответственных за важные функции в организме человека и, главное, за циркадный ритм регуляции физиологического состояния человека с помощью светочувствительного гормона — мелатонина [1].

Это открытие взволновало мировое светотехническое общество, поскольку появилась потребность в разработке таких новых систем освещения, которые обеспечили бы создание комфортной световой среды с учетом нормального функционирования зрительной системы и для нормального функционирования и новых ГКС. Открытия в области физики и физиологии зрения способствовали созданию нового представления о роли света в жизнедеятельности человека и подвели к пересмотру существующего многие годы мнения о колбочко-палочковом восприятии света. На этом основании сформировалась новая оптико-биологическая концепция света, заключающаяся в единой связи физического воздействия света и на формирование вновь открытого физиологического эффекта. Конкретный результат этого эффекта заключается в том, что СД в спектре холодно-белого излучения, выплескивая мощный поток синего света, который совпадает с чувствительностью новых ганглиозных клеток, может приводить к угнетению секреции мелатонина. На рисунке 1 представлены относительные спектры излучения СД ламп с  $T_{ц} = 2700 \text{ К}$ ,  $T_{ц} = 4000 \text{ К}$  и  $R_{a}$

(цветовой индекс) = 80 и обычной лампы накаливания на фоне кривой световой чувствительности глаза  $V(\lambda)$  и относительного спектра биологического действия  $B(\lambda)$ .

Из рисунка 1 видно, что мощность выплеска светодиодного излучения в области сине-голубого диапазона видимого света зависит от цветовой температуры источника света.

*Состояние вопроса.* С открытием новых ГКС предупреждение авторов об опасности синего света (blue light = hazard), присутствующего в спектре излучения СД и относящегося к факторам, стимулирующим развитие макулодистрофии и снижению остроты зрения, приобрело большую значимость [2].

На страницах мировой печати некоторые ученые (школа профессора Хаима Израильского Университета, 2006 г.) призывали к отказу от применения СД ламп для наружного освещения, учитывая область локализации ГКС в нижнем участке сетчатки и их ориентацию на верхнее освещение. Однако Ларс Белунд (Lars Bylund), профессор норвежской школы архитектуры, и другие считают, что проблема негативного воздействия синего света от СД источников света на организм человека преувеличена [7, 8]. Так, по его мнению, голубое небо сильнее, чем СД излучение воздействует на сетчатку, хотя, в основном, освещает ее нижнюю часть. Долгое время взирания на голубое небо, по его мнению, необратимо больше вредит сетчатке (подобно эффекту снежной слепоты).

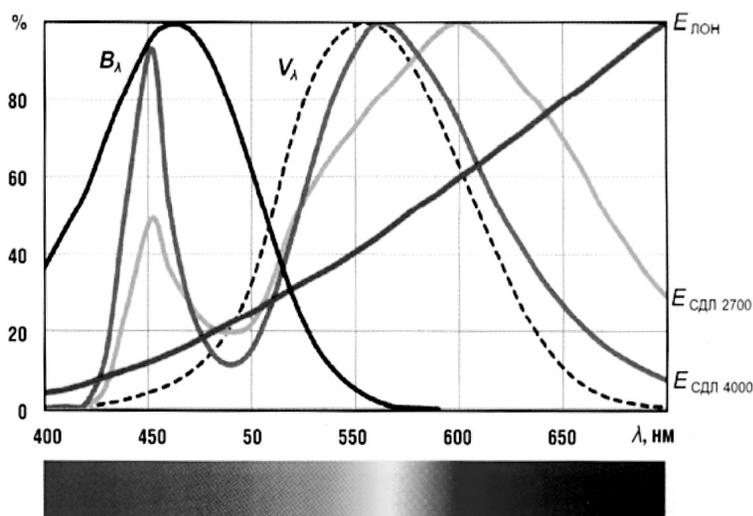


Рис. 1. Относительные спектры излучения ( $E_{\lambda}$ ) ЛН и типичной СДЛ с  $T_{ц} = 2700 \text{ К}$  и  $4000 \text{ К}$ , относительная спектральная световая эффективность излучения для дневного зрения  $V_{\lambda}$  и относительный спектр биологического действия  $B_{\lambda}$  (по В. Ван Боммелю)

Порог опасных яркостей ИС считают 10 ккд/м<sup>2</sup>. По сравнению с этим, открытая ЛН имеет яркость около 7 мкд/м<sup>2</sup>, РЛВД — около 5 мкд/м<sup>2</sup>, а яркость люминесцентной лампы (ЛЛ) может достигать даже 30 ккд/м<sup>2</sup>, что значительно превышает порог яркости [7].

По данным Г. С. Брейнарда [3], пик чувствительности ГКС выпадает на диапазон сине-голубого света с длиной волны 440–500 нм. Поэтому предполагается, что холодный белый свет, с повышенной составляющей синего, обладает более высоким биологическим эффектом, чем нейтрально- и тепло-белый свет. Эти данные позволяют предположить, что за регуляцию секреции мелатонина в организме человека главным образом отвечает новая фоторецепторная система, отличная от «зрительных» палочек и колбочек.

На рисунке 2 представлена упрощенная схема прохождения нейроанатомических процессов зрительной и незрительной систем.

Как видно из рисунка 2, зрительные пути проходят через латеральное колленчатое ядро (LGN) таламуса к зрительной зоне коры головного мозга, а незрительные нервные пути идут к супрахиазматическим клеткам (SCN) гипоталамуса, откуда оказывают воздействие на секрецию мелатонина шишковидной железы, которая влияет на суточный ритм организма.

В настоящее время опубликовано много научных данных, большинство из которых посвящено вопросам изучения влияния света на секрецию многофункционального гормона — мелатонина [4–6, 9–11, 16]. Имеются данные о положительном влиянии уровня мелатонина на снижение риска заболеваемости рака [9]. Значит, лишение

организма мелатонина в течение длительного периода времени может оказаться опасным. Безусловно, эту проблему нужно систематически исследовать, но уже опубликована гипотеза о том, что подавление секреции мелатонина в результате световых воздействий в ночное время может стать новым фактором риска возникновения рака молочной железы, в частности, у работающих в ночную смену [10].

Мелатонин — гормон эпифиза мозга, открытый А. Лернером в 1958 году. Установлено, что первые его зачатки обнаруживаются у эмбриона на 6–7 день беременности, а рецепторы мелатонина в центральных и периферических тканях возникают на ранних стадиях развития. С периода новорожденности и раннего детства секреторная активность эпифиза возрастает и в возрасте 10–40 лет достигает максимального уровня, после чего наступает спад. Кроме эпифиза синтез гормона осуществляется сетчаткой и цилиарным телом глаза, а также органами желудочно-кишечного тракта [6–7, 13].

Следует отметить, что ритм продукции мелатонина носит циркадный характер. Исследованиями установлено, что уровень гормона начинает повышаться в вечернее время и достигает максимума ночью (за 1–2 часа до пробуждения), а его минимальная циркуляция определяется в утреннее время. Днем при обычном ритме жизни продукция мелатонина низкая.

Уровень мелатонина носит колебательный характер, обусловленный действием таких факторов, как общее состояние, возраст, сон, свет, температура окружающей среды, электромагнитные поля и т. д.

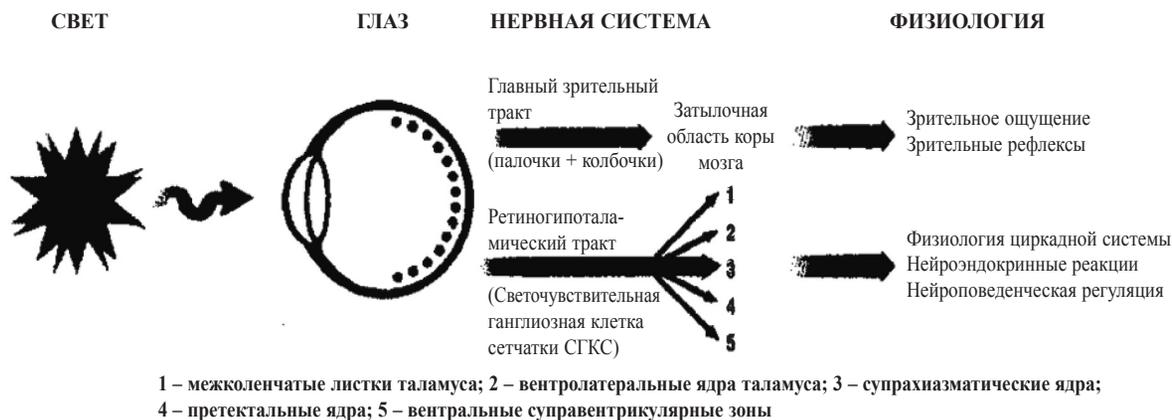


Рис. 2. Схема нейроанатомической системы, управляющая зрительными и незрительными механизмами циркадной и нейроэндокринной функции центральной нервной системы (по Я. Шанда)

В многочисленных публикациях приведены данные исследований уровня мелатонина при воздействии светодиодного излучения разного спектра [15–16]. Изучается физиологическая и патофизиологическая роль мелатонина при обменных процессах в организме, как правило, в условиях лабораторного эксперимента и на животных [12]. Однако недостаточно данных о секреции мелатонина при длительной работе в естественных условиях производства при воздействии СД излучения холодно-белого света.

*Цель исследования* – сравнительный анализ влияния СД излучения с цветовой температурой 6000 К (холодно-белого) на уровень синтеза мелатонина в организме работников офиса, длительно работавших в условиях светодиодного и люминесцентного освещения.

### Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие 10 экономистов Украинской хендлинговой компании (основная группа), работающих в условиях световой среды офиса, оборудованного светильниками с СД источниками света и 10 экономистов ПАТ «Укртелеком» (контрольная группа), длительно работающих в условиях световой среды офиса, оборудованного линейными люминесцентными лампами холодно-белого света (ЛХБ).

Работники обеих групп – здоровые, с нормальным состоянием органов зрения, в возрасте 25–30 лет, находились под наблюдением на протяжении восьмичасового рабочего дня, при высокой плотности выполнения трудовых заданий, в условиях

выполнения ими повседневного трудового процесса. Цветовая температура используемых световых систем обоих офисов составляла 6000 К. Спектральные характеристики СД источника света представлены на рисунке 3.

Для исследования уровня мелатонина в организме человека избраны одни из основных экскретирующих органов – почки. Предварительно в участников проведен анализ мочи, показатели которого у всех были нормальными.

Исследования проводили в начале и конце недели на протяжении двух месяцев наблюдений за основной и контрольной группой работающих.

Об уровне мелатонина в организме оценивали по концентрации его основного метаболита 6-сульфатоксимелатонина (6-COMT) в дневной (с 8:00 до 13:00 ч) и ночной (с 20:00 до 7:00 ч) порциях мочи. Мочу отбирали в 7:00 и перед обеденным перерывом в 13:00 ч. Исследованные образцы хранили в пластиковых контейнерах по 10 мл при температуре 4 °С. Количество метаболита 6-COMT в моче исследованной и контрольной групп работников определяли с помощью иммуноферментного набора BUNLMANN 6-Sulfatoxymelatonin (6STM) (Германия) на иммуноферментном анализаторе Sanrise (Швеция) в соответствии с инструкцией.

Полученные в процессе исследования данные статистически обрабатывали с использованием сертифицированного компьютерного пакета Statistika 6 для работы в Windows.

Перед выполнением исследований было изучено состояние условий труда работников офиса Украинской хендлинговой компании и работников ПАТ «Укртелеком». Рабочие места работников

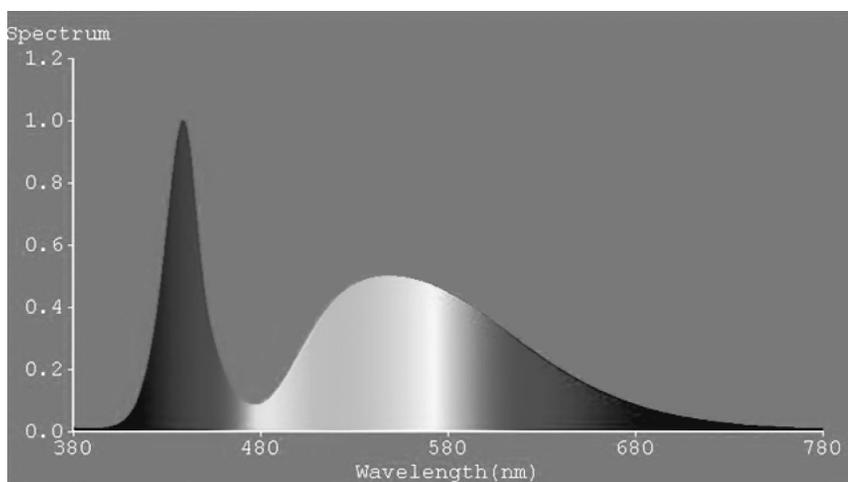


Рис. 3. Спектральные характеристики светодиодного источника света при  $T_c = 6000$  К

основной и контрольной групп оборудованы персональными компьютерами с жидкокристаллическими экранами: Samsung, Asus, HP. Уровень шума в помещениях составляет 55–59 дБ А, при максимальном уровне 75–79 дБ А, что соответствует требованиям действующих норм ДСН 3.3.6.037-99.

Исследования параметров микроклимата в помещениях свидетельствуют о его комфортности. Температура составляет 22–25 °С, при относительной влажности воздуха 31–42 % и скорости движения воздуха 0,06–0,11 м/с.

Работа экономистов характеризуется значительным сенсорным и эмоциональным напряжением (длительность сосредоточенности 55–75 % в 1 ч), а также эмоциональным напряжением в связи с ответственностью за качество выполняемых заданий. Работа выполняется в однодневную смену, продолжительностью 8 ч с перерывом на обед – 1 ч.

Искусственное освещение в помещениях площадью 26,5 м<sup>2</sup>, где находятся офисные работники, составляющие основную группу, выполнено системой общего равномерного освещения с помощью СД светильников типа ДВ016У-60-001 УХЛУ «Юпитер-LED», производства «ОСП Корпорация «Ватра», с цветовой температурой Т<sub>цв.</sub> = 6000 К, обеспечивающих в горизонтальной плоскости на рабочем столе, в среднем, освещенность 350–400 лк, а в вертикальной (на экране дисплея) – 120–145 лк.

Искусственное освещение у экономистов «Укртелекома» (контрольная группа) выполнено системой общего равномерного освещения с помощью люминесцентных ламп типа ЛКСМ 4 X 15, с цветовой температурой 6000 К

## Результаты исследования и их обсуждение

Анализ данных относительно уровня метаболита мелатонина 6-СОМТ в моче исследуемых контрольной и основной групп представлен в таблице.

Как видно из таблицы, в исследуемой группе количество 6-БТМ в моче было выше, чем в контрольной группе в начале рабочей недели (утром на

16,9 %, днем на 44,2 %) и особенно в конце рабочей недели (утром на 31,7 %, днем на 66,4 %).

Установлено, что в контрольной группе в начале недели утром уровень 6-БТМ в моче был равен (36,54 ± 7,69) мг/мл, а в конце недели снизился на 9,3 % до (33,15 ± 7,80) мг/мл. Днем, наоборот, уровень 6-БТМ в моче с (2,50 ± 1,14) мг/мл возрос до (3,27 ± 1,14) мг/мл (на 30,3 %).

В исследуемой группе в конце рабочей недели установлено незначительное повышение уровня 6-БТМ утром (на 2,2 %) и значительное повышение его днем на 50,3 %.

## Заключение

До настоящего времени, несмотря на многолетние дискуссии передовых ученых мира по возможности применения холодно-белых СД источников света, излучающих мощный поток в сине-голубой области видимого света, совпадающего с зоной наибольшей чувствительности новых, недавно открытых ГКС, нервные пути которых заканчиваются в гипоталамусе и имеют влияние на секрецию шишковидной железы – мелатонин, не сформировано единое мнение. Предполагается, что постоянное воздействие синего света, по всей вероятности, может привести к физиологическому конфликту, приводящему к угнетению секреции гормона мелатонина, влияющего на многие эндокринные процессы в организме человека.

К исследованиям в этой области привлечены выдающиеся исследователи, члены международной комиссии по освещению В. Ван Боммель, Л. Р. Ронке, Г. Ц. Брейнард и многие другие ученые, работавшие в этой области, мнения которых несколько противоречивы и требуют систематизации. Проведенными ранее нами физиолого-гигиеническими исследованиями установлено, что при работе в условиях освещения системой общего равномерного освещения с помощью СД холодно-белого света с Т<sub>цв.</sub> = 5999 К, отвечающей гигиеническим требованиям, уровень работоспособности работников

Таблица

Динамика уровня метаболита 6-сульфатоксимелатонина в моче обследованных работников, мг/мл

Группа	Начало недели		Конец недели	
	7:00	13:00	7:00	13:00
Контрольная(10 человек)	36,50 ± 7,69	2,51 ± 1,14	33,15 ± 7,80	3,27 ± 1,14
Исследуемая (10 человек)	42,70 ± 4,11	3,62 ± 1,49	43,66 ± 5,43	5,44 ± 1,26

Примечание. \*Показатель достоверности отличия показаний в исследуемой группе по сравнению с контрольной (p < 0,05).

офиса выше и стабильнее, чем при СД с Тц. = 2700 К. Поэтому проведены экспериментальные исследования по изучению уровня метаболита мелатонина в организме работников офиса при 2-месячной работе в условиях освещения холодно-белыми СД лампами с Тц. = 6000 К, системой общего равномерного освещения с учетом защиты от блескости и обеспечения уровня освещенности на рабочих местах 350–400 лк.

Анализ материалов исследования показал отсутствие каких-либо негативных эффектов воздействия холодно-белого света СД ламп на организм человека ( $p < 0,05$ ).

## Выводы

1. Исследования по изучению влияния СД излучения холодно-белой области спектра (Тцв = 6000 К) в естественных производственных условиях на протяжении двух месяцев в сравнитель-

## Литература

1. Berson D. M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock / D. M. Berson, F. A. Dunn, M. Takao // *Science*. – 2002. – V. 295, № 5557. – P. 1070–1073.
2. Fryc J. Experiment on Visual Perception of Pulsed LED Lighting - Can J Save Energy for Lighting / J. Fryc, W. Davis, Y. Ohno // *Proceedings of CIE 2010 «Lighting Quality and Energy Efficiency»*. Vienna, Austria, 14–17 March 2010. – 2010. – P. 287–289.
3. Brainard G. C. The biological potency of light in humans: significance to health and behavior / Brainard G. C., Gliekman G. // *CIE 152*. – 2003. – P. i-22-i-33.
4. Thapan K. An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-con photoreceptor system in humans / Thapan K., Arendt J., Skene D. J. // *J. Physiol.* – 2001. – V. 535. – P. 261–267.
5. Brainard G. C. Photoreception for regulation of melatonin and the circadian system in humans / Brainard G. C. // *Fifth Int. LRS Lighting research symp.* – Orlando, 2002.
6. Ронки Л. Р. Зрительные и биологические воздействия света в новом тысячелетии: предложение для образования / Ронки Л. Р. // *Светотехника*. – 2005. – № 5. – С. 4–9.
7. Билунд Л. О статье Е. В. Долина и др. «Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения люминесцентными лампами и светодиодными источниками света» / Билунд Л. // *Светотехника*. – 2011. – № 1. – С. 48–53.
8. Адриан В. Комментарий к спектру действия излучения для регуляции секреции мелатони-

ном аспекте с ЛЛ свидетельствуют об отсутствии негативного влияния СД излучения на мелатониновый обмен в организме человека.

2. Новая оптико-биологическая концепция света основана на зрительных (обеспечивающих зрительную работоспособность) и незрительных (биологических) – важных для общего психофизиологического состояния процессах, осуществляемых разными фоточувствительными ганглионами с разной локализацией в сетчатке глаза и разной чувствительностью к разным длинам волн оптического диапазона.
3. Эта концепция определила новые сложные задачи для физиков, светотехников, офтальмогигиенистов, психофизиологов и специалистов других профессий по созданию такой рациональной системы освещения, которая обеспечила бы благоприятную и комфортную световую среду как для зрительного, так и для биологического воздействия на организм человека.

на / Адриан В. // *Светотехника*. – 2008. – № 1. – С. 39–41.

9. Melatonin suppression by ocular light exposure during darkness: Impact on cancer growth and implication for cancer risk in humans. CIE Symp. 04 Light and Health: non-visual effects / Blask D. E., Brainard G. C., Dauchy R.T. [et al.] // *CIE 027*. – 2004. – P. 42–45.

10. Stevens R. G. Circadian Disruption and Breast Cancer: from Melatonin to Clock Genes / Stevens R. G. // *Epidemiology*. – 2005. – V. 16. – P. 254 – 258.

11. Мелатонин в норме и патологии / Комаров Ф. И., Рапопорт С. И., Малиновская Н. К., Анисимова В. Н. – Москва : Медпрактика, 2004. – 308 с.

12. Van Gelder R. N. Illuminating the mysteries of melatonin and circadian photoreception / Van Gelder R. N., Mawad K. // *J. of biological rhythms*. – 2007. – V. 5. – P. 394–395.

13. Дехофф П. Воздействие изменяющегося света на здоровье людей во время работы / Дехофф П. // *Светотехника*. – 2006. – № 3. – С. 54–57.

14. Брейнард Г. К. Восприятие света как стимула незрительных реакций человека / Брейнард Г. К., Провенсио А. // *Светотехника*. – 2008. – № 1. – С. 6–12.

15. Ван Бомель В. Лампы для прямой замены ламп накаливания и здоровье людей / Ван Бомель В. // *Светотехника*. – 2011. – № 2. – С. 20–24.

16. Бизяк Г. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина / Бизяк Г., Кобав М. В. // *Светотехника*. – 2012. – № 3. – С. 11–17.

Мартіросова В. Г.<sup>1</sup>, Сорокін В. М.<sup>2</sup>, Назаренко В. І.<sup>1</sup>, Дмитруха Н. М.<sup>1</sup>

## ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ ХОЛОДНО-БІЛОГО СВІТЛА НА РІВЕНЬ 6-СУЛЬФАТОКСИМЕЛАТОНІНУ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

<sup>1</sup>ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України, м. Київ

*Вступ.* Світлодіодні (СД) джерела холодно-білого світла з  $T_c = 4000$  К і вище випромінюють потужний потік у діапазоні 400–500 нм видимого світла, що збігається з зоною найбільшої чутливості (477 нм) нових, недавно відкритих гангліозних клітин сітківки (ГКС). Нервові шляхи ГКС закінчуються в гіпоталамусі й мають вплив на секрецію шишкоподібної залози – гормон мелатонін. Передбачається, що робота, виконувана в умовах світлового середовища, обладнаного холодно-білими лампами, може призвести до пригнічення секреції мелатоніну, що впливає на ендокринні процеси в організмі. Проведеними раніше нами дослідженнями встановлено, що при виконанні роботи в умовах освітлення системою загального рівномірного освітлення за допомогою світильників з СД холодно-білого світла з  $T_c = 5999$  К, що відповідає гігієнічним вимогам, рівень працездатності у випробовуваних вище стабільніше, ніж при ЦД з  $T_c = 2700$  К.

*Мета дослідження* – порівняльний аналіз впливу випромінювання СД з  $T_c = 6000$  К на вміст мелатоніну в організмі працівників офісу, які тривалий час працювали в умовах світлодіодного і люмінесцентного освітлення.

*Матеріали та методи дослідження.* Досліджували вміст метаболіту 6-сульфатоксимелатоніну в сечі 10 економістів, які виконували свої виробничі завдання в умовах світлового середовища офісу, обладнаного СД джерелами світла з  $T_c = 6000$  К у разі освітленості 350–400 Лк від системи загального рівномірного освітлення протягом 2 місяців. Контрольну групу становили 10 економістів іншого офісу у віці 25–30 років, що працювали в однакових умовах з основною групою, але при освітленості світильниками з лінійними люмінесцентними лампами з тією самою кольоровою температурою.

*Заключення.* Встановлено, що вміст метаболіту мелатоніну в сечі офісних працівників основної групи практично не відрізняється (при невеликому перевищенні) від вмісту метаболіту в сечі офісних працівників контрольної групи, що передбачає відсутність негативних ефектів впливу випромінювання холодно-білих СД джерел світла на організм людини ( $p < 0,05$ ).

**Ключові слова:** світлодіодні джерела світла, кольорова температура, офісні робітники, метаболіт 6-сульфатоксимелатонін, мелатоніновий обмін

Martirosova V. G.<sup>1</sup>, Sorokin V. M.<sup>2</sup>, Nazarenko V. I.<sup>1</sup>, Dmitrukha N. N.<sup>1</sup>

## PECULIARITIES OF THE EFFECT OF LED COLD-WHITE LIGHTING RADIATION ON THE LEVEL OF 6-SULFATOXIMELATONIN IN THE HUMAN BODY

<sup>1</sup>SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kiev

<sup>2</sup>Institute of physics of semiconductors named after Loshkarev V. E., Kiev

*Introduction.* LED sources of cold-white light with  $T_{color} = 4000$  K and higher emit a powerful flux, ranging 400–500 nm of the visible light, coinciding with the zone of the higher sensitivity (477 nm) of new, recently discovered ganglion retina cells (GRC). Nervous ways of GRC are ended in the hypothalamus and affect the pineal gland secretion – melatonin hormone. It is supposed that the work in conditions of the light environment, equipped with cold-white lamps, can result in inhibition of melatonin secretion, influencing many endocrine processes in the body. The studies, conducted by the authors, showed that in the process of work in conditions of the general uniform illumination with LED cold-white lighting of  $T_{color} = 5999$  K, following hygienic requirements, work capacity rates in workers were higher and more stable than with LED  $T_{color} = 2700$  K.

*Purpose of the work.* Studying and comparative analysis of the effect of LED radiation with  $T_{color} = 6000$  K on the content of melatonin in the body of office workers, working in conditions of LED and luminescent lighting.

*Methods.* The content of 6-sulfatoximelatonin metabolite in urine of 10 office economists, performing their occupational tasks in conditions of the light environment, equipped with LED with  $T_{color} = 6000$  K under the illumination of 350–400 Lux from the system of the general uniform illumination within 2 months, was studied. The control group covered 10 economists of the other office aged 25–30, working in equal conditions as the main group, but under illumination with linear luminescent lamps of the same  $T_{color}$  K.

*Conclusion.* It is established that the content of metabolite melatonin in the main group (under less excess) does not practically differ from the content of metabolites in the urine of office workers of the control group, supposing the lack of availability of negative effects from exposure to LED cold-white sources of radiation on the human body ( $p < 0,05$ ).

**Key words:** LED, color temperature, office workers, 6-sulfatoximelatonin metabolite, metabolite metabolism

## References

1. Berson, D. M., Dunn, A., Takao, M. 2002, "Photo-transduction by retinal ganglion cells, that set the circadian clock", *Science*, v. 295, no. 5557, pp. 1070–1073.
2. Fryc, J., Davis, J., Ohno, O. 2010, Experiment on Visual Perception of Pulsed LED Lighting. *Can J. Save Energy for Lighting. Proceedings of CIE 2010 «Lighting Quality and Energy Efficiency»*. Vienna, Austria, 14–17 March 2010, pp. 287–289.
3. Brainard, G. C., Glickman, G. 2003, The biological potency of light in humans: significance to health and behaviour. *CIE*, 152, pp. i-22–i-33.
4. Thapan, K., Arendt, J., Skene, D. J. 2001, "An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-con photoreceptor system in humans", *J. Physiol.*, v. 535, pp. 261–267.
5. Brainard, G. C. 2002, Photoreception for regulation of melatonin and the circadian system in humans, *Fifth Int. LRO Lighting research symp.*, Orlando.
6. Ronki, L. R. 2005, "Visual and biological effect of light in the new millennium: proposal for education", *Svetotekhnika*, no. 5, pp. 4–9 (in Russian).
7. Bilund, L. 2011, About the article by E. V. Dolin e. a. "Comparative hygienic assessment of conditions of lighting with luminescent lamps and LED sources", *Svetotekhnika*, no. 1, pp. 48–53 (in Russian).
8. Adrian, V. 2008, "Commentary to the spectrum of radiation effect in regulation of melatonin secretion", *Waterloo University Ватерлоо, School of optometry, Canada*, *Svetotekhnika*, no.1, pp. 39–41 (in Russian).
9. Blask, D. E. Brainard, G. C., Dauchy, R. T. [et al.]. 2004, Melatonin suppression by ocular light exposure during darkness: Impact on cancer growth and implication for cancer risk in humans. *CIE Symp. on Light and Health: non-visual effects. CIE 027*, pp. 42–45.
10. Stevens, R. G. 2005, "Circadian Disruption and Breast Cancer: from Melatonin to Clock Genes", *Epidemiology*, v. 16, pp. 254–258.
11. Komarov, F. I., Rapoport, S. I., Malinovskaya, N. K., Anisimova, V. N. 2004, Melatonin in the norm and in pathology. *Moscow : Medpraktika*, 308 p. (in Russian).
12. Van Gelder, R. N. Mawad, K. 2007, "Illuminating the mysteries of melanopsin and circadian photo-reception", *J. Biological rhythms*, v. 5, pp. 394–395.
13. Dehoff, P. 2006, Effect of the changing light on human health in work", *Svetotekhnika*, no. 3, pp. 54–57 (in Russian).
14. Brainard, G. K., Prevensio, A. V. 2008, "Perception of light as a stimulus of nonvisual human reactions", *Svetotekhnika*, no. 1, pp. 6–12 (in Russian).
15. Van Bomel, V. 2011, "Lamps for direct change of incandescent lamps and human health", *Svetotekhnika*, no. 2, pp. 20–24 (in Russian).
16. Bizyak, G., Kobam, M. V. 2012, "Spectra of radiation from LED and the spectrum of action for suppression of melatonin secretion", *Svetotekhnika*, no. 3, pp. 11–17 (in Russian).

*Поступила: 01.07.2015 г.*

**Контактное лицо:** Мартирсова В. Г., ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», д. 75, ул. Саксаганского, г. Киев, 01033. Тел.: + 38 0 44 284 34 27.