УДК 612.014.44+613.6+628.91:111.5

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ПРИ ДЕЙСТВИИ СВЕТА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Гвозденко Л. А., Тихонова Н. С., Чередниченко И. Н., Беседа А. Ю., Леоненко Н. С.

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

Использование энергосберегающих ламп с различной цветовой температурой (2700 К, 4000 К, 6400 К) при освещенности от 300 до 1000 лк различной интенсивности облучения (0,5, 1,5, и 3,0 Вт/м^2) приводит к формированию физиологических реакций, в значительной степени зависящих от энергетических характеристик действующих фотонов видимого света. Наблюдается различная степень напряжения терморегуляторных реакций, функций сердечно-сосудистой системы, картины периферической крови, уровня мелатонина. Наиболее активно излучение с цветовой температурой 4000 К, 6400 К при интенсивности до 1,5 Вт/м^2. При выборе ламп и разработке нормативов важно учитывать энергетические характеристики видимого света.

Ключевые слова: энергосберегающие лампы, видимый свет, спектральный состав, интенсивность излучения, физиологические реакции организма

Вступление

В современных энергосберегающих системах освещения используются преимущественно компактные люминесцентные лампы типа КЛЛ с различной цветовой температурой: 2400 К («теплый»), 4000 К («природный»), 6400 К («дневной») – которая обуславливает различный спектральный состав генерируемого света. Ранее проведенные исследования [1–3] свидетельствуют о значении спектрального состава излучения, определяемого энергией генерируемых фотонов, в формировании физиологических реакций организма. Этому вопросу уделяется большое внимание в исследованиях последних лет.

Биологический эффект при действии видимой части спектра оптического диапазона электромагнитных излучений определяется количеством падающей на поверхность тела энергии при ее поглощении тканями организма и наличием специфического приемника – глазом. Эффект зависит от интенсивности падающего потока энергии, продолжительности облучения, величины облучаемой площади тела и спектрального состава потока энергии, определяемого цветовой температурой источника. Имеет значение глубина проникновения излучения в ткани организма, определяемая энергией фотонов. Наиболее глубоко, в сравнении с инфракрасным и ультрафиолетовым, проникает энергия видимого излучения [3]. В связи с тем, что кожные покровы весьма обильно снабжаются кровью, реакции, происходящие при поглощении излучения, имеют не только местное проявление, но носят и общий характер. Таким образом, видимое излучение воспринимается не только зрительным анализатором, но и тканями всего организма.

Исследования по изучению эффектов освещения в последние годы привели к признанию двойственного характера действия света на организм человека [4–7]. Свет влияет не только на зрительный анализатор, но на ряд физиологических, психофизиологических процессов, относящихся к нейроэндокринной физиологии. В ответной реакции участвуют структуры, анатомически изолированные от механизма зрительных функций, которые представлены ретинальным ганглием, проецируемым в супрахиазматическом ядре гипоталамуса [7]. Этот механизм действия света обуславливает формирование так называемых «non-imageforming» NIF-эффектов без изображения, невидимых, к которым относятся: формирование циркадных ритмов функционирования организма, эффекты прямого стимулирования или угнетения активности структур мозга, угнетение образования мелатонина, образование кортизола, влияние на сердечно-сосудистую систему, формирование тонких психофизиологических состояний, таких как десинхронозы, зимняя депрессия и т. п. В сочетании со зрительным восприятием свет способствует энергообеспечению функций организма. Показана роль отдельных участков спектра в разрушении мелатонина [8].

Исследования реакций организма при действии света энергосберегающих ламп дает возможность оценить степень их влияния на организм человека.

Материалы и методы исследования

Проводили оценку электромагнитных излучений, которые генерируют компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) с цоколем Е-27. В исследованиях принимали участие добровольцы, которых подвергали облучению светом интенсивностью 0,5–1,5 и 3,0 Вт/м^2 при цветовой температуре 2400 К, 4000 К и 6400 К и освещенности, соответственно 300–600 и 1000 лк в течении 2-х часов. Испытуемые находились в состоянии активного покоя. Облучалась передняя поверхность тела с максимумом на лице и груди.

У испытуемых исследовали тепловое состояние организма (температура тела и кожных покровов), функции сердечно-сосудистой системы, картина периферической крови для характеристики напряжения адаптационных реакций организма по анализу структуры лейкограммы, психофизиологические тесты (Люшера, САН). Определяли уровень мелатонина в слюне по методу Buhlmann Eliza (EK-DSM), интенсивность спонтанной хемилюминесценции сыворотки крови до и после облучения.

Данные обрабатывали классическими методами математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены параметры излучения, освещенность и яркостные характеристики ламп в зависимости от цветовой температуры на расстоянии 0,5–1,0 м при интенсивности облучения до 1,5 Вт/м^2. Как видно, в зависимости от цветовой температуры в спектре ламп по-разному представлена его голубая часть: чем выше цветовая температура, тем интенсивнее голубая часть спектра.

Регистрируется длинноволновое ультрафиолетовое излучение, инфракрасное и видимое интенсивностью до 1,6 Вт/м^2. Освещенность колеблется в пределах 180–300 лк, электромагнитное излучение частотой 50 Гц по электрической составляющей – 0,24–0,26 кВ/м, по магнитной составляющей – 1,6–2,12 А/м.

Таким образом, исследуемые лампы генерируют комплекс излучений, максимум энергии приходится на видимую часть спектра, его голубую область, самую высокоэнергетическую.

У испытуемых под действием этого излучения наблюдается значительное повышение температуры облучаемых участков кожи (табл. 2), особенно при температуре 2700 К и 4000 К.

Наблюдается зависимость от интенсивности облучения при 4000 К: при 1,5 Вт/м^2 – 0,57 ± 0,20 °С, при 3,0 Вт/м^2 – 0,89 ± 0,39 °С. При цветовой температуре 6400 К степень повышения температуры облучаемой кожи – наименьшая, и разница в зависимости от интенсивности облучения не выражена (0,27 °С – 0,35 °С – 0,3 °С). Таким образом, разница в величинах изменения температурных показателей свидетельствует о важной роли инфракрасного излучения в формировании теплового состояния испытуемых.

Разница в величинах подъема температуры зависит от особенности спектрального состава облуче-

Таблица 1

Параметры оптического излучения в спектре ламп в зависимости от цветовой температуры

Цветовая температура	УФ, нм, Вт/м^2			Голубая часть, нм, Вт/м^2	Видимая область, нм, Вт/м^2	ИК, нм, Вт/м^2	Освещенность, лк	Яркость, кд/м^2	Эл. магн. поле частотой 50Гц	
	325-380	280-325	200-280	460-476	400-760	760-1000			Эл. сост., кВ/м	Магн. сост., А/м
2 700	0,02	0	0	0,9	1,4	30,0	190	820	0,24	0,6
4 000	0,02	0	0	1,4	1,2	29,0	183	5640	0,26	1,8
6 400	0,04	0	0	2,4	1,6	26,0	278	5120	0,24	2,12

Таблица 2

Изменение средневзвешенной температуры кожных покровов в зависимости от цветовой температуры при интенсивности облучения 1,5 Вт/м^2 (освещенность ≈ 600 лк)

Цветовая температура, К		
2700	4000	6400
1,01 ± 0,29 ^{0}C	0,57 ± 0,22 ^{0}C	0,35 ± 0,17 ^{0}C

ния. Длинноволновое излучение в красной области спектра способствует большему повышению температуры тела. Коротковолновое (6400 К) излучение вызывает наименьшие реакции. Наиболее благоприятные изменения по степени нагрева кожи наблюдали при температуре 4000 К и интенсивности 1,5 Вт/м^2.

Как видно из таблицы 3, наблюдается общая тенденция к снижению систолического и диастолического давления. Достоверная реакция наблюдается при облучении излучением с цветовой температурой 4000 К, особенно при интенсивности 3 Вт/м^2. Изменяется и среднее динамическое давление – величина наиболее стабильная для организма, что свидетельствует о нарушении гомеостаза в организме.

Наблюдали изменения показателей электрокардиограммы (ЭКГ). Достоверное снижение амплитуды зубца Т регистрировалось при интенсивности 3 Вт/м^2 при цветовой температуре 4000 К и 6400 К. Уменьшалась длительность интервала QT, что свидетельствует о наличии изменений в интенсивности обменных процессов в миокарде.

В таблице 4 представлены изменения в картине периферической крови добровольцев при облучении. Наблюдалось увеличение количества эритроцитов, лейкоцитов и моноцитов, особенно при больших интенсивностях облучения при цветовой температуре 6 400 К.

Анализ клеточных реакций относительно клеток гомеостаза (РН) не выявил чистых изменений, наблюдались реакции типа РН1, РН6 (относительный моноцитоз, лейкоцитоз). По абсолютному содержанию лейкоцитов и относительному содержанию отдельных их популяций в периферической крови возможно выделить реакции типа тренировки, спокойной повышенной активации. При этом количество состояний типа РПА (повышенной активации) наблюдалось при интенсивностях 3 Вт/м^2 и цветовой температуре 4000 К.

Выявлены изменения в интенсивности спонтанной хемилюминесценции сыворотки крови разнонаправленного характера. Увеличение интенсивности СХЛ математически значимых параметров регистрировались при цветовой температуре 2700 К и 4000 К при малых интенсивностях и малой энергии фотонов. В остальных случаях преобладала реакция снижения спонтанной хемилюминесценции, что в определенной степени возможно объяснить угнетением люминесценции вследствие большого количества свободных радикалов [9].

Исследование уровня мелатонина в слюне волонтеров при действии света с разной цветовой температурой свидетельствует о наличии зависимости от спектра и интенсивности облучения (табл. 6). Наблюдали существенные изменения при температуре 2700 К и 6400 К, особенно при малых интенсивностях облучения.

Как известно, мелатонин – гормон эпифиза, разрушается под действием света, особенно при наличии в спектре волн в диапазоне 430–470 нм (Brainard G.C., 2002). В наших исследованиях такой эффект наблюдался для всех спектров ламп при интенсивности 0,5–1,5 Вт/м^2. Наименьшие реакции наблюдались при 2700 К и 4000 К, в то время, как при действии спектра, характерного для цветовой температуры 6400 К регистрировались наибольшие разрушения мелатонина, что, вероятно, связано с присутствием в спектре голубой части, которая подавляет мелатонин [10]. В спектре света с цветовой температурой 2700 К и 4000 К интенсивность голубой части спектра составляет 0,9–1,4 мкВт/м^2, а при 6400 К – 2,4 – 5,8 мкВт/м^2 (табл. 1).

Таблиця 3

Характер изменения показателей артериального давления при действии излучения разного спектра и интенсивности (Δ)

Показатель	Интенсивность облучения, Вт/м^2					
	1,5			3,0		
	Цветовая температура, К					
	2700	4000	6400	2700	4000	6400
Артериальное давления систолическое, мм. рт. ст	0,8 ± 3,1	-7,6 ± 2,9	-12,6 ± 4,6	-3,4 ± 4,2	-10,2 ± 2,7	-5,0 ± 5,6
Артериальное давления диастолическое, мм. рт. ст	0,20 ± 3,07	-8,4 ± 3,8	-1,4 ± 4,8	1,0 ± 3,4	-6,2 ± 1,9	-2,6 ± 2,6
Артериальное давления пульсовое, мм. рт. ст	-1,4 ± 4,9	0,8 ±4 ,8	-11,2 ± 1,7	-4,4 ± 6,5	-4,0 ± 0,9	-2,4 ± 5,1
Среднее динамическое давление, мм. рт. ст	0,45 ± 2,40	-8,06 ± 3,00	-6,1 ± 4,1	-1,17 ± 1,20	-7,88 ± 2,15	-3,53 ± 3,50

Таблиця 4

Характер изменения картины периферической крови при облучении в зависимости от интенсивности и спектра излучения

	Интенсивность облучения, Вт/м²											
	1,5						3,0					
	2700 К		4000 К		6400 К		2700 К		4000 К		6400 К	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
Эритроциты, 10^6/мм³	5,14 ± 0,20	5,07 ± 0,13	4,85 ± 0,09	5,2 ± 0,1	4,85 ± 0,12	4,94 ± 0,13	5,14± 0,21	5,07 ± 0,13	4,85 ± 0,09	5,2 ± 0,1	4,84 ± 0,12	4,94 ± 0,13
Гемоглобин, q/dl	15,04 ± 0,30	15,42 ± 0,30	15,5 ± 0,3	16,3 ± 0,4	15,2 ± 0,3	15,7 ± 0,3	15,6± 0,3	15,4 ± 0,3	14,9 ± 0,3	15,0 ± 0,2	15,5 ± 0,4	15,5 ± 0,4
Лейкоциты, 10^6/мм³	6,02 ± 0,50	7,0 ± 0,7	6,32 ± 0,40	9,0 ± 0,6	6,34 ± 0,37	8,84 ± 0,19	5,44± 0,5	6,14 ± 0,50	5,94 ± 0,60	6,08 ± 0,70	5,24 ± 0,20	7,5 ± 0,6
Лимфоциты, %	24,74 ± 1,30	26,064 ± 1,300	30,0 ± 0,9	31,8 ± 4,7	30,5± 2,8	33,5 ± 2,8	27,08± 2,8	29,42 ± 3,60	31,2 ± 5,1	32,8 ± 2,8	29,16 ± 3,00	28,34 ± 2,90
Моноциты, %	7,78 ± 0,60	7,06 ± 1,09	7,78± 0,9	6,72 ± 0,80	6,7 ± 0,5	7,88 ± 1,21	8,22± 1,2	7,54 ± 0,80	6,82 ± 1,10	7,3 ± 0,8	5,82 ± 0,60	6,34 ± 0,90
Эозинофилы, %	2,25 ± 1,70	2,25 ± 0,57	2,60 ± 0,57	3,4 ± 1,1	6,3 ± 2,6	4,0 ± 1,7	3,6± 0,96	3,2 ± 1,1	3,80 ± 0,96	2,40 ± 0,38	2,50 ± 0,76	4,25 ± 0,38

Данные, полученные при обработке результатов цветового теста Люшера свидетельствуют о том, что волонтеры по-разному реагировали на потоки света с разными характеристиками. Была выявлена закономерность – с ростом цветовой температуры увеличивалось чувство физического дискомфорта, эмоционального напряжения, утомления и стресса. Наиболее приемлемая цветовая температура 4000 К при интенсивности 1,5 Вт/м². Наиболее неблагоприятная цветовая температура 6400 К при интенсивности 3,0 Вт/м².

При анализе ответов теста САН следует отметить, что активность волонтеров значительно повышалась при температуре 4000 К относительно активности, настроения, работоспособности, в то же время увеличивалось и нервное напряжение, особенно при интенсивности 3,0 Вт/м².

Исследования, проведенные в производственных помещениях показали, что современные энергосберегающие системы освещения, представленные в основном компактными люминесцентными лампами, характеризуются экономным использованием электроэнергии, большей длительностью эксплуатации, более малым, по сравнению с лампами накаливания, нагревом ламп, отсутствием стробоскопического эффекта, разнообразием цветовых температур.

Компактные люминесцентные лампы рассматриваются как наиболее пригодные для использования с целью экономии электроэнергии. В этой связи в некоторых государствах на законодательном уровне вводится запрещение на лампы накаливания и постепенный переход на энергосберегающие технологии освещения [11].

Изучение технических характеристик КЛЛ показало, что их эксплуатация сопровождается генерацией не только видимого излучения, но и ультрафиолетового (УФ-А 400–315 нм, УФ-В – 315–280 нм) и высокочастотного (3–30 МГц, 100–10 м), которые регистрируются на расстоянии до 60 см, что должно учитываться при использовании этих ламп, их размещении относительно рабочих мест. Разная цветовая температура (2400 К, 4000 К, 6400 К) предопределяет разный спектральный состав излучения, которое влияет на формирование физиологичных реакций. В спектре ламп с цветовой температурой 2700 К преобладает красная часть спектра с незначительным представительством инфракрасного спектра.

Таблиця 5

Изменение спонтанной хемилюминесценции сыроватки крови в зависимости от интенсивности и спектра облучения

	1,5 Вт/м²						3,0 Вт/м²					
	6400 К		4000 К		2700 К		2700 К		4000 К		6400 К	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
M	851,8	2630*	302,8	939,8*	445,2	678,4	493,4	501,2	487,2	214,4	423,4	410,75
±m	264,3	114,4	86,6	305,2	176,0	147,0	98,8	132,2	190,0	74,7	77,5	154,4

*Примечание. * Достоверные изменения.*

Таблиця 6

Изменение уровня мелатонина (pq/нТл) в слюне волонтеров при облучении в зависимости от цветовой температуры и интенсивности облучения

Уровень мелатонина (pq/нТл) / Уровень облучения	Цветовая температура, К					
	2700		4000		6400	
	до	после	до	после	до	после
1,5 Вт/м²	54,75 ± 1,80	46,3 ± 3,1	53,4 ± 6,8	52,70 ± 1,07	51,74 ± 7,70	46,98 ± 10,20
3,0 Вт/м²	57,38 ± 6,30	74,1 ± 3,9	62,04 ± 6,80	64,09 ± 1,90	62,38 ± 9,70	48,7 ± 7,7

Цветовая температура 4000 К дает спектр света, который максимально приближается к естественному, с максимумом в желто-зеленой области спектра видимого излучения. При цветовой температуре 6400 К в спектре преобладает голубая часть.

Исследования физиологических реакций свидетельствуют об изменениях в тепловом состоянии организма волонтеров, которые находились на протяжении 2-х часов под действием света интенсивностью 0,5, 1,5 и 3,0 Вт/м² и освещенности, соответственно 300, 600 и 1200 лк. В основном наблюдались изменения относительно температурных характеристик поверхности кожи, изменения внутренней температуры тела – незначительные.

Уровень повышения средневзвешенной температуры кожи в значительной степени связан со спектром облучения: наибольший наблюдается при цветовой температуре 2700 К (0,77 ± 0,20) °С, при цветовой температуре 4000 К – (0,57 ± 0,20) °С, при температуре 6400 К – (0,35 ± 0,16) °С. Такая же зависимость при анализе индивидуальных характеристик, соответственно – 1,01 ± 0,29; 0,57 ± 0,20; 0,30 ± 0,17.

В соответствии с изменениями теплового состояния изменяются величины артериального давления, особенно среднего динамического при интенсивностях 1,5 и 3,0 Вт/м². Снижение составляло 7–8 мм.рт. ст.

Регистрировались изменения ЭКГ согласно характеристикам, которые свойственны состоянию гиподинамии.

Интересные изменения наблюдали со стороны периферической крови. Анализ лейкограмм по абсолютному содержанию лейкоцитов и относительному содержанию популяций эозинофилов, моноцитов, нейтрофилов, лимфоцитов в периферической крови свидетельствует о наличии реакций напряжения гомеостаза при действии света с разной цветовой температурой в зависимости от интенсивности облучения. Наиболее неблагоприятные реакции наблюдали при интенсивности 3,0 Вт/м² и освещенности 1200 лк при цветовой температуре 2700 К и 6400 К.

Изменялся уровень хемилюминесценции сыворотки крови. Четко прослеживается зависимость от интенсивности облучения. Наибольшие величины зарегистрированы при интенсивности 0,5–1,5 Вт/м². При 3,0 Вт/м² наблюдается реакция «тушения» – при большом количестве свободных радикалов возможен эффект их столкновения и связывания, которое приводит к уменьшению количества импульсов [12]. Энергии видимого излучения в присутствии ультрафиолетовых фотонов при температуре 6400 К достаточно для повреждения не только межмолекулярных связей, но и внутримолекулярных, межатомных.

Мелатонин – гормон, который имеет уникальные адаптивные возможности. Нарушение его продукции и ритма колебаний является пусковым механизмом, который приводит на начальных стадиях к возникновению десинхроноза, за которым может формироваться органическая патология.

Циклы света и темноты, или дня и ночи, влияют на секрецию мелатонина. Ритмичные изменения его уровня – высокий ночью и низкий на протяжении дня – определяют суточный циркадианный ритм у живых организмов, который включает периодичность сна и колебания температуры тела и др. функций организма. Свет, который синхронизирует работу мозга, является необходимым элементом коррекции суточного хода биологических часов, которые обеспечивают, тем самым, согласованную работу всех систем организма. Гипоталамус (и функционально связанные с ним структуры мозга) является одним из основных элементов, который влияет на состояние и функции центральной нервной системы. Десинхронизация гипоталамических структур, связанная с действием света (избыток или недостача света) приводят к развитию функциональных нарушений в работе систем организма, которые вызывают негативные изменения в соматическом и психическом здоровье человека, состоянии его психоэмоциональной сферы, негативно влияя на работоспособность.

Исследование уровня мелатонина в слюне добровольцев, которые находились под влиянием света разной интенсивности и цветовой температуры показали, что, действительно, уровень мелатонина преимущественно снижается независимо от цвета света, но уровень снижения имеет отличия, что, на наш взгляд, связано с количеством голубой части в спектре люминесцентных ламп. Как показали наши исследования, интенсивность света в области 430–470 нм наибольшая в спектре ламп с цветовой температурой 6400 К.

Нарушение продукции мелатонина при действии света с разной цветовой температурой может привести к расстройствам суточных ритмов функционирования щитовидной и половых желез [8].

Таким образом, наши исследования показали, что свет энергосберегающих ламп с разной цветовой температурой является биологически активным фактором, эффект которого зависит от спектра и интенсивности освещения.

Свет влияет на функции терморегуляции, сердечно-сосудистой системы, системы периферической крови, биохимические процессы в организме, обмен мелатонина, функции центральной нервной системы.

Наиболее благоприятные реакции наблюдаются при интенсивностях до 1,5 Вт/м^2. При других характеристиках необходимо использовать комплекс мероприятий по уменьшению неблагоприятных эффектов.

Выводы

Правильная организация освещения на рабочем месте – залог высокой работоспособности, комфортного эмоционального и психологического состояния организма. Правильная организация освещения предусматривает не только соблюдение нормативных требований по уровню освещенности и ряда других требований, но и учет качественных показателей.

1. Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) – в зависимости от цветовой температуры в спектре излучения имеют ультрафиолетовую составляющую, которая регистрируется на расстоянии 60 см от ламп мощностью больше 20 Вт.
2. В зависимости от пускорегулирующих устройств, при работе ламп регистрируется радиочастотная составляющая.
3. Облучение организма на протяжении двух часов в зависимости от интенсивности (0,5–1,5–3,0 Вт/м^2) приводит к изменениям теплового состояния организма. Наибольшая степень повышения температуры кожи наблюдается при цветовой температуре 2700 К (0,77–1,01 ˚С), наименьшая – при температуре 6400 К (0,3–0,35 ˚С). Изменения в функционировании сердечно-сосудистой системы характерны для условий гиподинамии (брадикардия, гипотония).
4. Уровень хемилюминесценции сыворотки крови, который свидетельствует об активности свободнорадикальных процессов, наиболее высок при интенсивности облучения 0,5–1,5 Вт/м^2, при 3,0 Вт/м^2 – наблюдается реакция «тушения». Уровень мелатонина в слюне снижается независимо от цвета света. Наиболее интенсивное снижение наблюдается при цветовой температуре 6400 К.
5. Картина периферической крови свидетельствует о наличии реакций напряжения гомеостаза, адаптационных реакций. Наиболее неблагоприятные реакции наблюдались при интенсивности 3,0 Вт/м^2 и уровне освещенности 1200 лк при цветовой температуре 6400 К.
6. При эксплуатации компактных люминесцентных ламп необходимо проводить комплекс мероприятий по уменьшению неблагоприятных эффектов.

Литература

1. Гвозденко Л. А. Гигиеническая оценка источников света, используемых для постановочного освещения телестудий / Л. А. Гвозденко, Л. С. Вялая, В. А. Стежка // Светотехника.– 1991.– № 11.– С. 24–26.

2. Гвозденко Л. А. Гігієнічні аспекти втілення енергозберігаючих технологій у формуванні оточуючого середовища виробничих і житлових приміщень / Гвозденко Л. А., Артамонова О. В., Чередніченко І. М., Тихонова Н. С., Беседа О. Ю. // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України.– Київ, 2007.– В. 7.– С. 161–163.

3. Гвозденко Л. А. Вивчення біологічної дії видимого електромагнітного випромінювання з урахуванням спектра та інтенсивності штучних і природних джерел / Гвозденко Л. А., Стежка В. А., Блакита І. В. [та ін.] // Мед. тр. и пром. экол.– 2000.– № 2.– С. 11–14.

4. Айзенберг Ю. Б. О концепции прогноза развития светотехники / Ю. Б. Айзенберг, Г. Р. Шахпарунянц // Светотехника.– 2000.– № 5.– С. 2–4.

5. Неровный В. Л. Osram – свет третьего тысячелетия / В. Л.Неровный, Р. Хартман // Светотехника.– 1999.– № 2.– С. 33–42.

6. Абрамова Л. В. Психологическая и гигиеническая оценка освещения высокоэффективными источниками света /Л. В. Абрамова, С. А. Амелькина, О. Е.Желуникова, Е. И. Мясоедова // Светотехника.– 2001.– № 3.– С. 13–15.

7. Ван Ден Бельд. Свет и здоровье /Ван Ден Бельд // Светотехника.– 2003.– № 1.– С. 4–8.

8. Glickman E. H. Interior retinal light exposure is more effective then superior in suppressing melatonin in humans / E. H. Glickman, I. P.Rollog, M. D. Wang I. [et al.] // I.of Biological rhythms.– 2003.

9. Арушанян Э. Б. Эпифизарный мелатонин как антистрессорный агент /Э. Б. Арушанян, Л. Г. Арушанян // Эксп. и клин. фармакология.– 1997.– № 6.– С. 71–77.

10. Вайтцель Р. О влиянии света на человека с учетом новых воззрений /Р. Вайтцель, Р. А. Bakker, Ш. Мюллэр, В. Хальтбриттер // Светотехника.– 2005.– № 5.– С. 12–15.

11. Жданова Е. Г. Территориальные строительные нормы как способ реализации региональной политики энергосбережения в освещении/ Е. Г. Жданова, А. Г. Овчаров // Светотехника.– 2003.– № 5.– С.43–47.

12. Захаров С. Д. Светокислородный эффект – физический механизм активации биосистем квазимонохроматическим излучением /С. Д. Захаров, А. В. Иванов // Физич. ин-т им. П. Н. Лебедева ФИАН (РАН).– М.– 2006.– С. 12.

Гвозденко Л. А., Тихонова Н. С., Чередніченко І. Н., Беседа О. Ю., Леоненко Н. С.

ФІЗІОЛОГІЧНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЗМУ ПРИ ДІЇ СВІТЛА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

Використання енергозберігаючих ламп із різною колірною температурою (2700 К, 4000 К, 6400 К) при освітленості від 300 до 1 000 лк і різній інтенсивності опромінювання (0,5–1,5, і 3,0 Вт/м^2) призводить до формування фізіологічних реакцій, які, значною мірою залежать від енергетичних характеристик діючих фотонів видимого світла. Спостерігається різна ступінь напруги терморегуляторних реакцій, функцій серцево-судинної системи, картини периферичної крові, рівня мелатоніну. Найбільш активне випромінювання з колірною температурою 4000 К, 6400 К при інтенсивності до 1,5 Вт/м^2. При виборі ламп і розробці нормативів важливо враховувати енергетичні характеристики видимого світла.

Ключові слова: енергозберігаючі лампи, видиме світло, спектральний склад, інтенсивність опромінювання, фізіологічні реакції організму

Gvozdenko L. A., Tikhonova N. S., Cherednichenko I. N., Beseda A. Y., Leonenko N. S.

PHYSIOLOGICAL REACTIONS OF ORGANISM AT THE ACTION OF LIGHT OF THE POWERSAVING SYSTEMS OF ILLUMINATION

SI «Institute for Occupatuonal Health of AMS of Ukraine», Kiev

The use of power saving lamps with a different color temperature (2700 K, 4000 K and 6400 K) under the illumination from 300 to 1000 lux and in different intensity of irradiation (0,5, 1,5, and 3,0 W/m^2) results in development of physiological reactions, largely depending on power descriptions of operating photons of visible light. There is a different degree of voltage in termoregulation reactions, functions of the cardio-vascular system, peripheric blood picture were noted, level of melatonin. The most active irradiation with the color temperature of 4000 K, 6400 K was recorded in the intensity by 1,5 W/m^2. At the choice of lamps and developing regulation documents it is important to take into account energetic characteristics of the available light.

Key words: powersaving lamps, available light, intensity of irradiation, physiological reactions of organism

Поступила: 21.10.10

Контактное лицо: Гвозденко Л. А., Институт медицины труда НАМН Украины, ул. Саксаганского, 75, г. Киев, 01033. Тел.: (44) 289-75-42.