

УДК 613.645; 617.7

ИЗУЧЕНИЕ ОПАСНОСТИ СИНЕГО СВЕТА СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Вячеслав Борисович Куденко

кандидат технических наук, доцент

melkud@yandex.ru

Андрей Алексеевич Хохлов

студент

garlic12@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Вопросам использования светодиодного освещения уделяется большое внимание, но не менее важным в данной теме остается изучение негативного воздействия на зрение человека. Статья раскрывает тему особенностей светодиодных светильников и необходимости учета всех параметров нового вида искусственного освещения при использовании в бытовых и общественных помещениях. Приведены рекомендации по защите от синего цветового спектра.

Ключевые слова: светодиодное освещение, лампа, зрение, цветовая температура, сонливость, утомляемость, свет, видимый спектр.

С уменьшением светового дня и смены времени года на осенне-зимний период увеличивается количество часов, которые человек проводит под искусственным освещением. Несомненно, это вызвано необходимостью освещения в темное время суток и особенностям климатической зоны, особенно в приморских районах. Искусственное освещение встречается в техносфере повсеместно: в офисах, бытовой и промышленной деятельности, улице, в муниципальных и общественных организациях.

Наиболее распространённым и современным источником искусственного освещения является светодиодное освещение. В сложившихся условиях – запрет на использование ламп накаливания мощностью 25 Вт и более, а также, имеющими высокую опасность, люминесцентными лампами (ЛЛ), содержащие пары ртути от 1 до 6 граммов, светодиодное освещение является несомненным лидером. Данный вид ламп характеризуется экологичностью и безопасностью использования, как для человека, так и для животных. Коэффициент полезного действия таких лампочек доходит до 90%, что в условиях энергоэффективного пользования соответствует требованиям и стандартам [1].

Тем не менее при наличии перечисленных преимуществ, светодиодное освещение также имеет существенные недостатки, которым следует уделять особое внимание.

Начать стоит с того, что на рынке присутствует много некачественной и не сертифицированной продукции, которая поставляется из стран ближнего Востока. Поступая на рынок, а затем и в массовое потребление, она способна вызывать различные заболевания и проблемы, связанные саморегулирующейся системой – сном.

Светодиодные лампы имеют разные спектральные характеристики. К ним можно отнести: длину и ширину волны, спектральную плотность и ее пики, а также цветовую температуру.

Цветовая температура основной показатель, который характеризует поглощение, излучение или пропускание объектом (тонкой поверхностью) часть белого спектра.

Цветовая температура выступает в качестве функции длины волны в оптическом диапазоне и показывает интенсивность излучения источника света.

Учет особенностей светодиодных ламп важен при подборе освещения под конкретный вид помещения.

Проведенные исследования на более ста испытуемых в Казанском Государственном Энергетическом Университете (КГЭУ) показали более высокие показатели работоспособности и бодрости в прямой зависимости от повышения цветовой температуры ламп. В данном случае этот показатель равнялся 5800К, что приравнивается к холодному белому свечению. Обратные же данные наблюдались при более низком показателе цветовой температуры, равном 2800К (теплый белый свет). Работоспособность у наблюдаемых была ниже, чем у первой группы, а утомляемость и сонливость выше [2,5].

Данная зависимость обусловлена природными циркадными ритмами. В течение времени суток природа сменяет цветовую температуру от 9500К (очень холодный синий цвет) на северной стороне перед восходом солнца, затем она понижается приблизительно до 5000К (холодному голубовато-белому цвету) в полдень, а на закате вечером температура падает от 3000К (теплый белый) до 1500К (свет пламени свечи), что напоминает краски горящего костра (рисунок 1) [3,6].

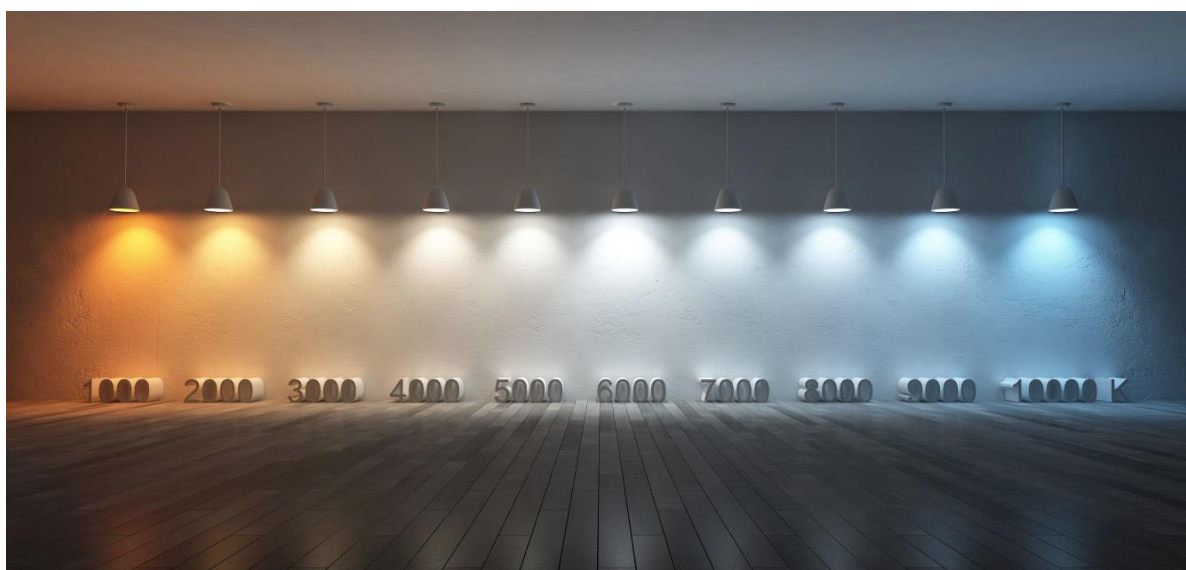


Рисунок 1 – Цветовая температура ламп.

Таким образом, человек привыкает к более теплым цветам на закате дня и плавной подготовке ко сну. Именно поэтому более теплый свет (до 4000К) приводит к расслаблению и помогает лучше уснуть. Холодный же цвет наоборот повышает продуктивность, где это необходимо, так как подавляет выработку мелатонина – гормона сна.

В бытовых условиях необходимо выбирать более теплые цвета освещения в местах отдыха. Важно ограничивать использование ламп с синим спектром освещения хотя бы за 1 час до отхода ко сну.

Существуют умные лампы, которые умеют запоминать настройки пользователя и перестраивать освещение под заданный временной режим или в соответствии с картой захода и восхода солнца.

Несмотря на небольшие размеры ламп, большинство из них имеют сильный концентрированный источник света, что соответствует глубокой кривой силы света. С одной стороны это является преимуществом данного вида ламп, так как позволяет точно подсветить необходимую область, при этом, не затратив большое количество энергии на обогрев как в случае с лампами накаливания. С другой стороны сильный сконцентрированный источник света оказывает сильную нагрузку на органы зрения, приводя к ослепляющему эффекту и заболеваниям. К ним можно отнести: утомляемость, напряжение глаз, головные боли, дегенерация макулы и ослабление защиты сетчатки глаза. Поэтому при выборе освещения в бытовых условиях рекомендуется выбирать светильники с рассеянным световым пучком [2, 5, 7].

Заметной проблемой светодиодного освещения, описанной выше, является вредное воздействие от излучения синего света. Она приводит к возрастной дегенерации макулы, а в дальнейшем может полностью лишить человека зрения.

Стоит отметить, что излучение синего света входит в спектр естественного освещения. Следует обратить внимание на источник проблемы – некачественное оборудование. Изготовление светодиодных ламп должно выполняться в соответствии с техническими нормами. Примером может

послужить компания Philips, которая проводит исследование выпускаемых ламп, чтобы соответствовать стандартам безопасности [4, 6].

Производство белых светодиодов строиться на нанесении слоев люминофора на кристаллы синего цвета. Именно поэтому человек видит большое количество синего цвета в спектре. Кроме того, влияние на хрусталик глаза увеличивается у детей и подростков, так как чувствительность хрусталика значительно выше.

Светодиодное освещение может привести к фотохимическому повреждению зрения. Они окисляют и разрушают клетки её пигментного эпителия, а также фоторецепторы, с помощью которых человек воспринимает свет.

Помимо этого, у белых светодиодов первого поколения (синий кристалл и желтый люминофор) имеется заметный недостаток в видимом спектре – 480 нм, который влияет на восприятия цвета. Зрачок не сужается до нужного диаметра и впитывает большое количество синего цвета, что приводит к проблемам, связанным со зрением.

Главными участками, представляющими опасность для зрения, являются синий и фиолетовый спектр (ультрафиолетовое излучение) (рисунок 2).

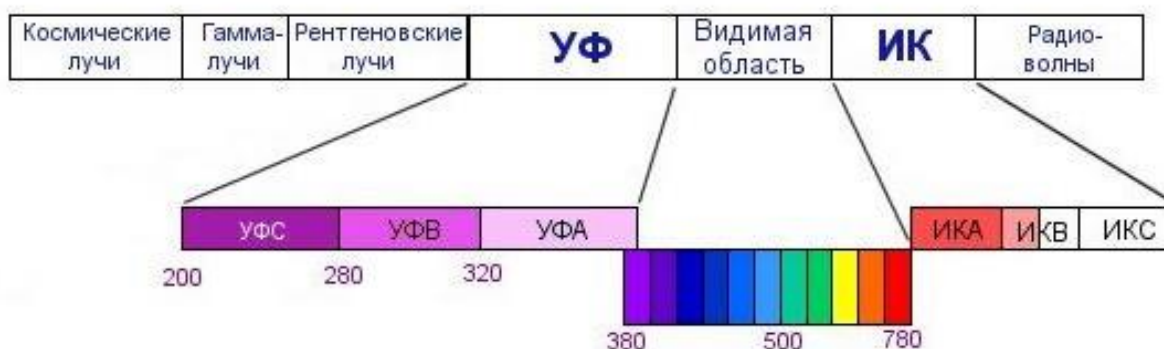


Рисунок 2 – Цветовой спектр.

Рисунок показывает, что ультрафиолетовое излучение (УФ-А), имеющее спектр от 315 до 400 нм, заходит в видимый спектр глаза и способен проникать внутрь, нанося глубокие повреждения хрусталика и сетчатки [1,7].

При сильном и мгновенном воздействии ультрафиолетового излучения возникает фотокератит – заболевание, связанное с повреждением роговицы.

Можно заметить, что в спектре присутствует инфракрасное излучение. В отличие от ультрафиолетового излучения оно не способно оказывать сильного губительного воздействия и исчезает сразу после удаления источника. Его эффект характеризуется тепловым источником. Длинноволновое инфракрасное излучение используется в качестве лечения заболеваний кожи, а также помогает пациентам вырабатывать инсулин при сахарном диабете 2 типа (рисунок 3) [6,7].

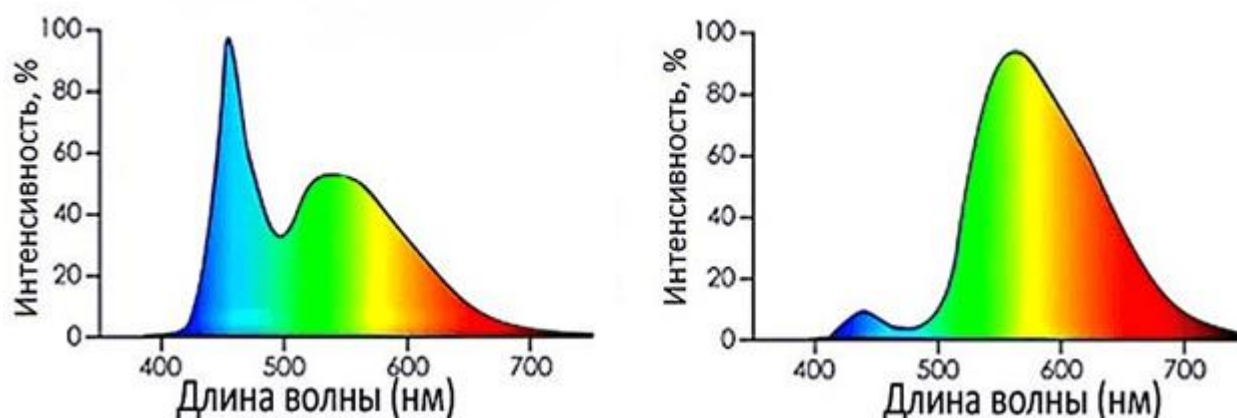


Рисунок 3 – Спектр инфракрасного излучения: а – Светодиодная лампа с холодным светом, б – Светодиодная лампа с теплым светом

Подводя итог, отметим, что использование светодиодных ламп в домашних условиях желательно с низкой цветовой температурой, позволяющей не нарушать выработку мелатонина и снизить количество синего света. Если в доме или на рабочем месте используются лампы с высокой цветовой температурой, необходимо приобрести специальные защитные очки для уменьшения воздействия синего и ультрафиолетового излучения, в том числе при работе за компьютером. Очки позволяют сделать цвета теплее и сберечь зрение.

Список литературы:

1. Андреас П. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника: светодиоды, светодиодные кластеры и сборки. 2018. № 5. С. 54.

2. Вред светодиодных ламп для зрения и здоровья человека. Текст: электронный // Светодиоды – URL: <https://svetodiodinfo.ru/voprosy-o-svetodiodax/vredny-li-svetodiodnye-lampy-dlya-zdorovya.html>

3. Дейнего В. Н., Капцов В. А. Свет энергосберегающих и светодиодных ламп и здоровье человека: учебное пособие. 2014. С. 84. ISBN 613.5:644.36.

4. Синий свет – его источники, насколько он вреден и как защитит от него глаза // Оптика – URL: <https://optika-r.ru/stati/siniy-svet-i-opticheskie-pokrytiya-umenshayushchie-ego-propuskanie.html#vopros2>

5. Баев В. И. Светотехника: практикум по электрическому освещению и облучению: учебник для вузов / 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2025. С. 220. ISBN 978-5-534-12096-7.

6. Бекман И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения: учебник для вузов / 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2025. С. 493. ISBN 978-5-534-08692-8.

7. Cruickshanks K. J., Klein R., Klein B. F. K. Sunlight and age-related macular degeneration. The Beaver Dam Eye Study // Archives of Ophthalmology. 1993. Vol. 111, № 4. P. 514–518.

UDC 613.645; 617.7

**STUDY OF THE DANGER OF BLUE LED LIGHT ON HUMAN
VISION WHEN USED IN DOMESTIC AND PUBLIC SPACES**

Vyacheslav B. Kudenko

candidate of technical sciences, associate professor

melkud@yandex.ru

Andrey Al. Khokhlov

student

garlic12@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. Much attention is paid to the use of LED lighting, but the study of the negative effects on human eyesight remains equally important in this topic. The article reveals the topic of the features of LED lamps and the need to consider all the parameters of a new type of artificial lighting when used in domestic and public spaces. Recommendations for protection against the blue color spectrum are given.

Keywords: LED lighting, lamp, vision, color temperature, drowsiness, fatigue, light, visible spectrum.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.