

отсутствовала в работе [7]. Подобный подход к описанию нелинейной оптической генерации в диэлектрических частицах может найти применение также при описании генерации суммарной частоты в поверхностном слое частиц в форме сплюснутого эллипсоида вращения, а также в случае, если поверхностный слой обладает киральными свойствами.

Литература

1. Second Harmonic Studies of Ions Crossing Liposome Membranes in Real Time / J. Liu [et al.] // J. Phys. Chem. B. – 2008. – Vol. 112, № 48. – P. 15263–15266.
2. Size Dependence of Second-Harmonic Generation at the Surface of Microspheres / S. Viarbitskaya [et al.] // Phys. Rev. A. – 2010. – Vol. 81, № 5. – P. 053850.
3. Шамына, А. А. Генерация суммарной частоты от тонкого цилиндрического слоя / А. А. Шамына, В. Н. Капшай // Оптика и спектроскопия. – 2018. – Т. 124, № 1. – С. 105–121.
4. Капшай, В. Н. Генерация суммарной частоты от тонкого сферического слоя. I. Аналитическое решение / В. Н. Капшай, А. А. Шамына // Оптика и спектроскопия. – 2018. – Т. 124, № 6. – С. 795–803.
5. Шамына, А. А. Генерация суммарной частоты от тонкого сферического слоя. II. Анализ решения / А. А. Шамына, В. Н. Капшай // Оптика и спектроскопия. – 2018. – Т. 125, № 1. – С. 71–78.

А. И. Кравченко, Т. Н. Савкова

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь

ОЧКИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СИНЕ-ГОЛУБОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Введение. Современные источники света и светодиодные экраны ряда электронных устройств интенсивно излучают фиолетово-сине-голубой свет (до 45 % в составе излучения). Эволюционно наши глаза не адаптированы к избытку излучения в коротковолновом видимом диапазоне и практически не имеют природной защиты от него. Сине-голубой свет препятствует выработке мелатонина-гормона, который регулирует наш сон. Таким образом, увеличение времени, проведенное перед экраном электронных устройств, и сокращение времени отдыха вносит дисбаланс в привычную жизнь, нарушая суточный режим сна и бодрствования (циркадный ритм). Больше всего от синего цвета страдают дети и пациенты с искусственным хрусталиком вследствие того, что среды их глаз наиболее прозрачны [1, 2]. Как все мы знаем, глаза ребенка проходят критический период роста и развития.

Современная медицина доказала, что сине-голубой свет между 400–520 нм наиболее вреден для глаз, легко вызывает сухость глаз, неприятные ощущения, боль, ухудшение зрения, темные круги и мешки под глазами, разрушает сетчатку глазных яблок, генерирует свободные радикалы, приводит к катаракте и другим заболеваниям глаз. Обычные солнцезащитные очки или так называемые очки ночного видения способны несколько ослабить блики, но не в состоянии нейтрализовать вред сине-голубого света, при этом затемняя все поле зрения, и долгое ношение их ещё больше усиливает усталость.

Учитывая все вышеизложенное, возникает вопрос: а есть ли очки, которые могут защитить глаза от вредного воздействия этого излучения; какими оптическими свойствами они должны обладать?

Цель работы: рассмотреть спектры излучения доступных источников света и определить оптические свойства и характеристики стекла для очков, которые бы снизили влияние коротковолнового оптического излучения, блокируя вредный фиолетово-сине-голубой свет источников света, экранов сотовых телефонов, компьютеров и телевизоров.

1. Спектры излучения источников света, экранов сотового телефона и компьютера. Измерения спектров излучения источников света, экранов сотового телефона и компьютера производились на экспериментальной установке, основным элементом которой является монохроматор МДР-6 [3]. В монохроматоре были установлены две дифракционные решётки с 1 200 штрихами на миллиметр, что соответствует диапазону измерения излучения от 400 до 800 нм. Предусмотрен как ручной режим установления длины волны, так и, с помощью шагового двигателя. За выходной щелью монохроматора помещался фотоумножитель ФЭУ-100. Управление установкой осуществлялось с помощью микроконтроллера Arduino Uno R3 и ПК. При создании спектрофотометра был использован ряд блоков спектрометрического комплекса КСВУ-6.

Спектры излучения ряда источников света, экранов сотового телефона и компьютера показаны на рисунках 1–3. Как мы видим, спектры излучения экранов телефона и компьютера (белый экран с текстом) схожи и подобны спектрам излучения белых светодиодных ламп OMRA и SMARTBUY (рисунок 1), простираются от синей до оранжевой области и имеет три ярко выраженных спектральных полосы.

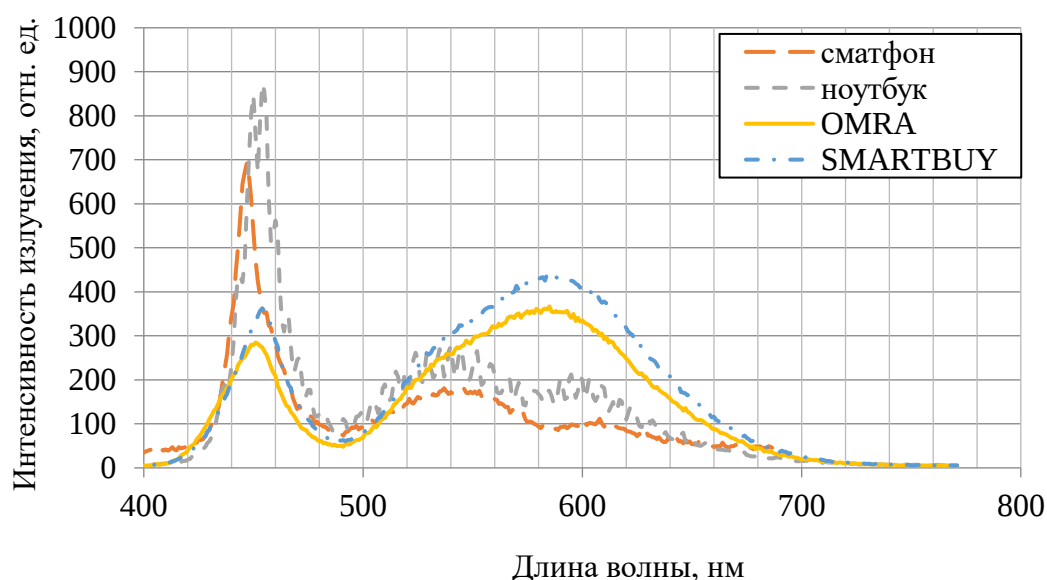


Рисунок 1 – Спектры излучения белых светодиодных ламп OMRA и SMARTBUY, белых экранов с текстом смартфона и компьютера (ноутбука)

В области спектра действия для подавления секреции мелатонина (360–560 нм) [4] наблюдается наиболее интенсивная синяя полоса излучения с максимумом в интервале 450–460 нм.

Из рисунка 2, на котором приведен спектр излучения трубчатой люминесцентной лампы (установлена над установкой и других помещениях университета), видно, что излучение происходит в интервале 380–780 нм (фиолетово-сине-голубой, красный диапазон волн), тоже можно сказать и о спектрах других ламп, приведенных на этом рисунке. Коэффициент пульсаций спектра люминесцентной лампы порядка 40 %, а лампы накаливания в пределах 16–20 %, что значительно превышает установленные нормы. Кроме того, в спектре люминесцентной лампы наблюдаются интенсивные ртутные линии.

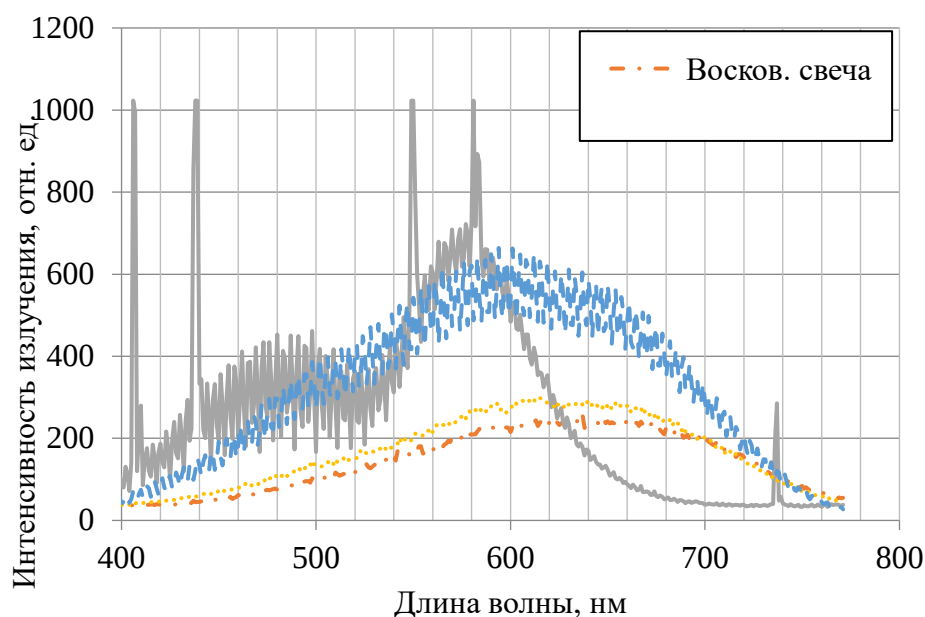


Рисунок 2 – Спектры излучения лампы накаливания, трубчатой люминесцентной лампы, восковой и парафиновой свечей

Как нами установлено, из всех исследованных доступных ламп самыми безопасными являются лампа фирмы Ecola жёлтая (шар), золотая свеча, оранжевая, красная (шар) (рисунок 3). Спектры этих ламп имеют мало интенсивный диапазон голубого света. В отличие от ламп Ecola, лампы Feron имеют пульсации света с коэффициентом, достигающим до 100 %, которые органы зрения не различают, однако, нарушают работу мозга и наносят вред человеку [5].

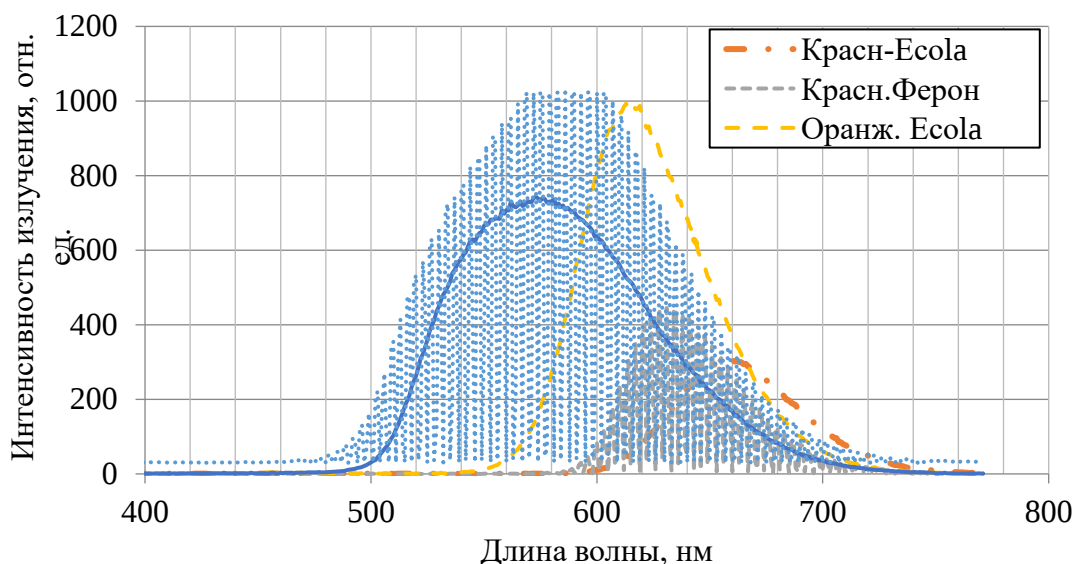


Рисунок 3 – Спектры излучения жёлтой (шар), оранжевой, красной ламп Ecola и жёлтой, красной Feron

2. Спектры пропускания стёкол очков. Измерения спектров пропускания стёкол производились на спектрофотометре СФ-26. Были измерены спектры пропускания стёкол очков для чтения (РБ), защитных очков от излучения экрана компьютера (РБ), солнцезащитных Permit PT-11 (Тайвань), очков для водителей (рисунок 4) и др.

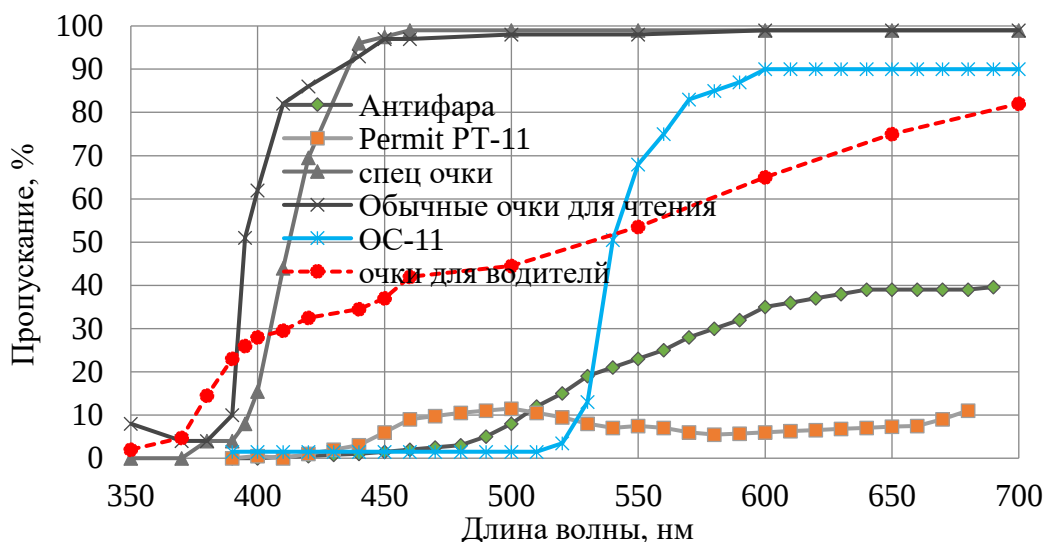


Рисунок 4 – Спектры пропускания стёкол очков обычных для чтения и для защиты от излучения экрана компьютера спец очков, Permit PT-11(Тайвань), очков для водителей, очков «АНТИФАРА» и со стёклами из оптического стекла ОС-11

Как видно, стёкла очков для чтения и защитных от излучения компьютера (спец. очки) отсекают только длинноволновый ультрафиолет, UV390 и UV400 соответственно, а в области спектра действия на подавление секреции мелатонина и далее пропускание почти 90–100 %. Иначе пропускают свет очки производства Тайвань, которые отсекают ультрафиолет, но пропускание в сине-голубой области порядка 8–10 %. Пропускание в зелёной повышается и в оранжевой достигает 10 %. Очки для водителей со светло жёлтыми стеклами не защитят нас от сине-голубого света, так как пропускают 30–40% излучения. В тоже время, как видно из рисунка 4, стёкла очков «АНТИФАРА» пропускают в сине-голубом диапазоне от 2 до 8% излучения. Наиболее для защиты органов зрения подходят очки со стёклами из оптического стекла марки ОС-11 с коротковолновой границей пропускания 535 нм, так принято считать излучение с длиной волны меньше чем 535 нм бесполезным для зрения.

Измерены спектры излучения экранов сотового телефона и компьютера, спектры пропускания стекол ряда очков и образцовых стёкол. Показано, что защитные очки от излучения экрана компьютера производства РБ не защищают органы зрения от сине-голубого излучения в области спектра действия для подавления секреции мелатонина. Установлено, что для защиты от синего и УФ-А излучений могут быть использованы очки с линзами из оптического стекла ОС-11.

Литература

1. Зак, П. П. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков / П. П. Зак, М. А. Островский // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 4–6.
2. Blue light induced apoptosis in rat retina / Wu. J. [et al.] // Eye. – 1999. – Vol. 13. – P. 577–583.
3. Савкова, Т. Н. Экспериментальная спектроскопическая установка на базе монохроматора МДР-6 / Т. Н. Савкова, А. М. Яцино, А. И. Кравченко // Естественные науки – базис подготовки специалиста для органов и подразделений по ЧС: материалы IIIРесп. науч.-практ. конф., Гомель, 1 апр. 2015 г. / ГИИ МЧС РБ, Гомел. фил. Нац. акад. наук Беларуси; редкол. П. В. Астахов [и др.]. – Гомель, 2015. – С. 50–56.
4. Бижек, Г. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина / Г. Бижек, М. Кобав // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 11–16.