

Юшкевич Е.В., Юшкевич М.В.

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА

Белорусский государственный медицинский университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность статьи связана с все более возрастающей потерей качества зрения у людей. Одна из проблем связана с влиянием освещения, создаваемого различными видами электромагнитного излучения. В статье проводится сравнительный анализ различных видов излучения (естественного и искусственного происхождения) и изучено влияние этих излучений на глаз человека. Показано, что не смотря на высокую энергозатратность, наименее негативное влияние на глаз оказывает обычная лампочка накаливания.

Ключевые слова: глаз, солнце, люминесценция, электромагнитное излучение, интенсивность освещения.

Yushkevich E.V., Yushkevich M.V.

THE INFLUENCE OF NATURAL AND ARTIFICIAL OPTICAL RADIATION ON THE HUMAN EYE

Belarusian State Medical University,

Minsk, Republic of Belarus

Relevance of article is connected with more and more increasing loss of quality of sight at people. One of problems is connected with influence of the lighting created by different types of electromagnetic radiation. In article the comparative analysis of different types of radiation is carried out (a natural and artificial origin) and effects in human eye of these radiation is studied. It is shown that despite high energy consumption, the least negative effects in human eye is exerted by a usual bulb of an incandescence.

Keywords: eye, the sun, luminescence, electromagnetic radiation, radiation intensity.

Глаз человека – это оптический прибор в организме, с помощью которого человек получает основную информацию об окружающем мире. Поэтому проблема правильной эксплуатации этого уникального природного устройства в организме является весьма актуальной задачей. Источником получаемой информации является электромагнитное излучение оптического диапазона (видимый свет). Отметим, что электромагнитное излучение, поступающее в глаз, может быть естественным (свет солнца, луны), и искусственным (светодиодные лампы, газоразрядные люминесцентные лампы, лампы

накаливания). Представляет интерес провести сравнительный анализ воздействия на глаз человека этих двух способов поступления света в глаз.

Природный источник света – высокоэнергетическое излучение солнца, как естественное излучение абсолютно черного тела и низкоэнергетическое излучение отраженного света – излучение луны. Не вдаваясь в подробности восприятия этих излучений отметим, что человеческий глаз адаптирован к этим излучениям, то есть их использование для глаза оптимальное. В процессе преобразования оптического излучения в электрический потенциал задействованы фоторецепторные клетки, так называемые колбочки и палочки, функционально разрешающие проблемы высокоэнергетического (колбочки) и низкоэнергетического (палочки) излучения. Поэтому естественное излучение для органа зрения следует считать оптимальным. Дальнейший анализ искусственного освещения будем проводить в сравнении с естественным. Рассмотрим в первую очередь наиболее широко используемые в последнее время люминесцентное освещение. Принципиальная схема осветительных приборов, использующих люминесцентное излучение представлено на рис. 1.

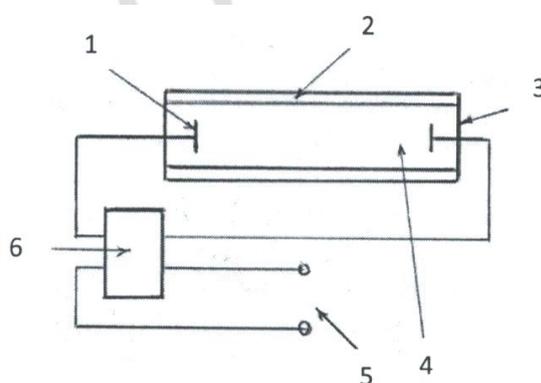


Рис.1. Принципиальная схема люминесцентной газоразрядной лампы. 1 – электроды; 2 – люминофор; 3 – стеклянная трубка, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором; 4 – вакуум с парами ртути; 5 – источник напряжения; 6 – повышающий трансформатор.

Принцип работы, следующий: внутри трубки создается высокий вакуум и вводится небольшая концентрация определенного элемента в виде газа (например, наиболее часто, паров ртути). При подключении лампы к источнику переменного тока - в момент достижения максимума амплитуды напряжения (положительного или отрицательного), с помощью повышающего

трансформатора достигается критическое значение напряжения на электродах и между электродами происходит электрический разряд, активирующий атомы находящегося в объеме трубки газа. Полученную энергию при разряде активированный газ передает люминофору, вызывая его возбуждение, которое снимается путем испускания люминесцентного излучения. Спектр люминесцентного излучения с частотой импульсов 100 гц представлен на рис.2.

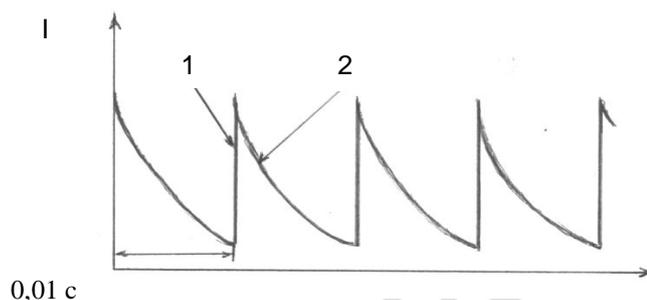


Рис.2. Зависимость интенсивности люминесцентного излучения газоразрядной лампы от времени. I – интенсивность люминесцентного излучения, t – время. 1 – возбуждение люминофора, 2 – излучение.

Интенсивность люминесцентного излучения $I = I_0 e^{-t/\tau}$, где I_0 – интенсивность в момент максимального возбуждения люминофора, τ – длительность люминесценции.

Очевидно, что интенсивность излучения не постоянна. Из рис.2 видно, что мышцы глаза все время находятся в напряженном состоянии, регулируя поступление люминесцентного излучения. Кроме того, необходимо учитывать закон Стокса, определяющий смещение спектра люминесцентного излучения в сторону более длинных волн, следствием чего является низкоэнергетический спектр такого излучения, то есть получается так называемый «холодный свет». Следствием этого является перегрузка палочек «ответственных» за обработку низкоэнергетического излучения, в то время, когда колбочки не задействованы. Оба фактора приводят к переутомлению цилиарных мышц глаза, преждевременному износу палочек и нарушению функционального состояния глаза.

Периодическое изменение интенсивности излучения (стробоскопический эффект) отсутствует для случая использования светодиодных ламп, однако

энергетический спектр этих источников смещен в красную сторону спектра, то есть светодиодные лампы излучают «холодный свет» с присущим такому излучению негативному влиянию на глаз, рассмотренному выше.

Следующим типом искусственных источников света является лампочка накаливания, представляющая из себя тугоплавкий электрод, помещенный в стеклянную колбу с высоким вакуумом. В связи с тем, что вся энергия, получаемая при разогреве электрода электрическим током выделяется в виде электромагнитного излучения, то есть температура разогрева не изменяется, это излучение следует считать излучением абсолютно черного тела. Сравнение спектров излучения Солнца и лампочки накаливания приводится на рис.3.

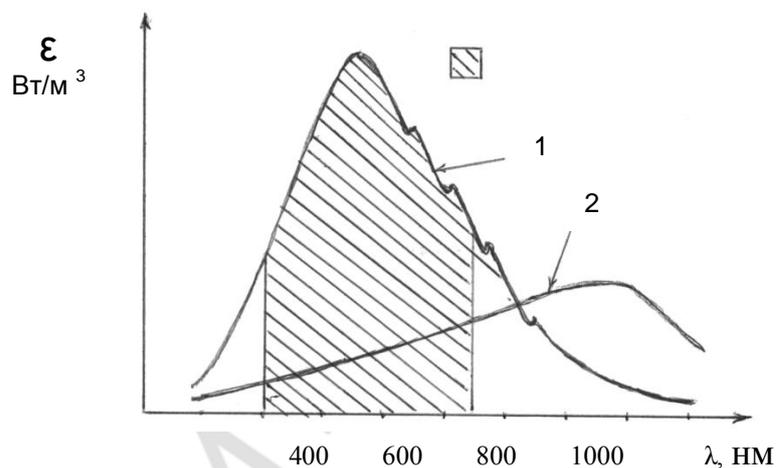


Рис.3. Спектр излучения солнца (1) и лампочки накаливания (2). Заштрихованная область - видимая часть спектра, λ - длина волны, ϵ - спектральная плотность энергетической светимости.

Максимум спектра для солнца на широте г. Минска составляет примерно 470 нм, а для лампочки накаливания – 1000 нм. Этот результат получен в соответствии с законом смещения Вина: $\lambda_{\text{max}} = b/T$, где T – температура тела по абсолютной шкале ($T_c = 6000^\circ\text{К}$, $T_{\text{лам}} = 3000^\circ\text{К}$), b – постоянная Вина. Энергетическая светимость R_c и $R_{\text{лам}}$, соответствующая помещению с непрямым солнечным освещением рассчитывается по формуле:

$$R = \int_a^c \epsilon_\lambda d\lambda,$$

где $a = 400 \times 10^{-9} \text{ м}$; $c = 740 \times 10^{-9} \text{ м}$, представляет собой площадь заштрихованной

фигуры на рис.3 с учетом мощности излучения солнца на широте г. Минска (примерно 600 Вт) и лампочки мощностью 100 Вт. Анализ спектров на рис.3 для непрямого солнечного освещения, характерного для закрытых помещений показывает, что характеристики излучения солнца и лампочки накаливания в помещении сопоставимы. Это означает, что из рассмотренных видов искусственных источников света наиболее близким к естественному источнику является излучение лампочки накаливания, хотя по техническим характеристикам этот источник самый энергозатратный.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее близким к естественному освещению источником, используемым для искусственного освещения по своим параметрам, является излучение лампочки накаливания. Этот источник позволяет получать электромагнитное излучения видимого диапазона спектра, сопоставимого с излучением солнца, особенно если сравнение проводить не с прямым солнечным освещением. Поэтому в техническом плане стоит задача приближения других искусственных источников света к параметрам излучения, получаемого лампочкой накаливания, как по стабильности интенсивности излучения, так и по повышению высокоэнергетической составляющей спектра излучения.

Литература

1. Островский М.А. Зрительная рецепция – Проблемы на стыке наук. Наука в СССР, 1981, №.1. -с.71-76.
2. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. Минск. Новое знание, 2012. -с.552.
3. Ремезов А.Н. Медицинская и биологическая физика. Москва, Высшая школа, 1999. - с.616.
4. Гарнуев Ю.В. и др. Электрический импеданс биологических тканей. Москва. Медицина, 1990. – С. 2.