

УДК 614/5:644.36

ГУБИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ В УСЛОВИЯХ ЭКОСИСТЕМЫ АРКТИКИ И ДРУГИХ РЕГИОНОВ

Галина Александровна Леденева

старший преподаватель

g.a.ledeneva@yandex.ru

Сергей Юрьевич Щербаков

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Андрей Алексеевич Хохлов

студент

garlic12@gmail.com

Павел Юрьевич Морозов

студент

mrzpv104@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Переход на инновационное светодиодное освещение сопровождался не только положительными сторонами, в виде экономии электроэнергии при увеличении освещенности пространства, но и вызвал ряд вопросов, связанных с нарушением биоритмов у людей и животных. Нововведения в сфере освещения требуют отдельного внимания к вопросам, касающимся здоровью живых организмов. В статье пойдет речь, раскрывающая суть проблемы и возможные пути решения.

Ключевые слова: светодиодное освещение, зрение, здоровье, цветовая температура, индекс цветопередачи, свет, спектр, арктический регион, животные, человек.

Цены на электроэнергию из года в год сохраняют свой динамически прогрессивный показатель роста. Во многом такая ситуация складывалась на протяжении долгих лет и обусловлена различными факторами, но выводом из нее служит поиск оптимальных решений и инновационных энергосберегающих источников света, чтобы сократить счета за электроэнергию. Одновременно с этим выступает компромисс между экономией электричества и комфортом. Таким образом, с ростом числа светодиодных светильников появились новые проблемы, связанные с раздражением глаз и дискомфортом после работы под люминесцентными или светодиодными лампами[1].

Особенно актуальной стоит вопрос в северных арктических регионах, где средняя продолжительность светового дня порой не превышает 4 часов, и необходимость в использовании освещения становится первостепенной. Однако, регулярное использование светодиодного освещения напрямую влияет не только на биоритмы и здоровье людей, но и оказывает сильное воздействие на животный мир.

Стоит отметить, что подобная ситуация усугубляется в связи с несколькими факторами:

1. Редкие солнечные дни.
2. Продолжительная и морозная зима.
3. Такое же холодное и короткое лето.
4. Круглогодичная низкая температура воздуха и сильные ветра.
5. Пасмурная и дождливая погода, даже в летнее время.

На фоне непрерывно продолжающейся ночи и пасмурного дня у людей, зачастую, возникают депрессивные мысли, чувство тревоги и раздражения, слабеет иммунитет и повышается восприимчивость к погодным условиям.

Исходя из этого, формирование подхода к правильному выбору освещения является одной из главных задач для жителей арктического региона.

Вспомним, что в видимый спектр человеческого глаза входит небольшая часть ультрафиолетового и синего спектра излучения. Главной проблемой светодиодных ламп выступает выраженная полоса синего спектра в диапазон

волны 440 – 450 нанометров. Отметим, что данный показатель актуален для ламп с белым светодиодом. Длина волны в диапазоне значений от 440 до 450 нанометров является особо опасной для зрения человека, так как человеческий зрачок не способен адекватно сужаться на данный спектр волны и поглощает слишком большое количество синего света. Чрезмерное поглощение синего света хрусталиком глаза может вызвать у человека развитие миопии [1,2,4].

Миопия это – заболевание глаз, при котором у человека возникают трудности с различением объектов вдаль. Происходит это из-за сильного преломления световых лучей. Световые лучи не попадают на сетчатку глаза и не воспринимаются ей. Таким образом, они формируются перед ней и вызывают проблемы с фокусировкой зрения вдаль. Зачастую миопия встречается у людей старшего возраста, которые особенно подвержены воздействию синего спектра света [4].

Биологические часы человека, как и большинства животных, настроены под циркадные ритмы бодрствования и отдыха. Они подстраиваются под восход и заход солнца. Связано это с цветовой температурой, меняющейся в течение дня. Например, на восходе или закате солнца цветовая температура колеблется от 3000 до 4000К. В то время как в полдень она достигает своего максимума – 5500К. В этот временной промежуток происходит основная деятельность человека: пробуждение, рабочий график, отход ко сну. На подсознательном уровне цветовая температура 3000К и ниже вызывает у нас замедление рабочих ритмов и готовит к предстоящему отходу ко сну [3,4,6].

Использование в вечернем светильнике, например при работе за компьютером, светодиодной лампочки с цветовой температурой 4700К человек неосознанно нарушает циркадный ритм, нарушая при этом выработку мелатонина. Мелатонин – это гормон сна, который также отвечает за другие биологические функции организма:

1. Поддерживает работу иммунной и гормональных систем.
2. Обеспечивает бесперебойное действие в борьбе с образованием раковых клеток за счет повышения уровня апоптозы. Апоптоз – это защитная

система организма человека, которая включает механизм гибели клетки в случае ее мутирования или изменения ДНК, для сохранения целостности всего организма.

3. Обладает антиоксидантными свойствами, препятствующими процессу старения.

Влияние яркого освещения в вечернее время приводит к сбоям в биоритмах живых организмов. Первоначальные признаки проявляются в виде накопления усталости, вызванной бессонницей, а также повышенной раздражительности. При более длительном воздействии на организм может привести к появлению других заболеваний, в том числе хронических.

Важно понимать, что суть проблемы кроется не только в опасности синего и ультрафиолетового спектра, но и в самом спектральном составе сине-белых светодиодов. Сине-белые светодиоды содержат больше синих оттенков и в гораздо меньшей степени красных и желтых. Диапазон цветовых температур таких светодиодов варьируется от 6500-13000К. В этом случае при температуре в 6500К концентрация синего света в 2 раза больше концентрации красного света [5,7].

Подходя к сути, сделаем вывод, что красных световых волн в сине-белых светодиодах гораздо меньше синих, а, соответственно, способности к регенерации тканей практически нет. Ведь, как известно, видимый красный и ближний инфракрасный диапазон, получаемый от ламп накаливания или от естественных источников света, нагревает ткани, тем самым вызывая усиленное кровоснабжение, улучшая питания клеток кислородом и микроэлементами.

Влияние искусственных источников света на концентрацию мелатонина описывалось в исследованиях российских ученых. Работа продемонстрировала следующие результаты: наиболее заметное влияние на выработку мелатонина оказали бело-синие светодиоды с цветовой температурой 6000К. В сравнении с лампами накаливания результаты были в 2,5-3 раза выше. Нейтрально-белые светодиоды показали более щадящий результат – в 1,2-1,5 раза ниже по

сравнении с лампами накаливания. Светодиодные лампы с цветовой температурой 3000К не учувствовали в исследовании, так как у них вредное воздействие синего света практически отсутствует и сравнимо с лампами накаливания. Исследование проводилось при равных показателях освещенности[7,8,9].

Вторым немаловажным показателем является индекс цветопередачи Ra. Он показывает насколько правильно будут отображаться цвета освещаемых объектов, а также он определяет комфорт световой среды. Косвенным параметром индекса цветопередачи является максимальное приближение спектра искусственного освещения к естественному, и чем выше этот показатель, тем он ближе к естественному дневному свету [8,10].

Обращаясь к статистическим данным, можно заметить, что около четверти Земли находится в световом загрязнении. Его влияние можно сравнить с выбросом вредных веществ в атмосферу от сжигания мусора. Световое загрязнение и увеличение мощности света, с переходом на светодиодные лампы привело к массовой гибели насекомых. Многие виды летят на свет и не могут выбраться из-под его яркого света, при этом становясь уязвимыми для хищников [5,11].

Наглядным примером может послужить скопление жаб вблизи осветительных столбов. Эволюция привела жаб к простому поиску пищи. Они понимают, что на яркий свет фонаря слетаются мошки и бабочки, которые с высоким шансом могут попасть в угол захвата для жаб. Сюда также можно отнести пауков, которые плетут свою паутину на верху столба.

У животных проблемы, связанные с нарушением ритма бодрствования и сна выражены более заметно, чем у людей. Фауна Земли насчитывает примерно треть от числа позвоночных и две трети от числа беспозвоночных животных, которые ведут ночной образ жизни и охоту. Наличие большого числа искусственного светодиодного и других видов освещений приводит к нарушению экосистемы мира животных, нарушая условия охоты, часов сна и отдыха, размножению других видов. Именно поэтому все чаще в городах

можно встретить диких животных, которые раньше тут не появлялись. Проблема стоит в нехватке еды[12].

Количество искусственного освещения ежегодно вырастает на 2-3%. Несмотря на небольшое число, эту проблему сопоставляют с изменением климата. Увеличение площади освещенности по всему миру приводит к сокращению среды обитания ночных животных, многие из которых ориентируются по ночным звездам и фазам Луны. Именно эти природные инстинкты имеют определяющее значение в размножении и поиске пары того или иного вида животных. Наиболее наглядным примером может послужить мотылек, стремящийся к свету лампочки для поиска пары, так как он знает, что там он сможет ее найти [13].

Исследования, проведенные в Германии, показали, что черные дрозды, живущие в городе, гораздо дольше бодрствуют, чем их сородичи в естественной среде.

Из наиболее известных проблем в прибрежных городах, для недавно вылупившиеся детенышей черепах ориентиром для того, чтобы добраться до воды служит Луна. Для их нелегкого пути до моря предстоит пройти немаленькое расстояние. Но искусственное освещение от ресторанов и кафе, пляжное и набережное освещение сбивает с толку черепах, и они двигаются в обратную сторону от моря. Как итог, они становятся уязвимыми для чаек и крабов. Проблема с массовыми вымиранием черепах может привести к резкому сокращении их популяции и вымиранию вида в целом [11,13].

Популяция животных зависит от их биоритмов. Физиология животных подстраивается под определенное время года, время суток и лунные фазы. Благодаря биоритмам животные определяют, когда готовиться к спячке, набирать жир или искать пару для размножения.

Остро стоит проблема у кораллов на Большом Барьерном рифе (ББР). ББР населяют 600 видов только мягких и твердых кораллов. 20% из которых размножаются ночью при лунном свете. Обычно период размножения кораллов приходится на октябрь-ноябрь месяц. В данный период происходит выброс

яйцеклеток и сперматозоидов в океан. Искусственное освещение нарушает процесс размножения кораллов из-за выброса яйцеклеток и сперматозоидов в разное время, а не синхронно [10,13].

Примеры нарушения биоритмов также присутствуют и у животных арктических регионов. Нарушаются условия охоты для большинства хищников из-за чего некоторые особи гибнут. То же самое касается режима бодрствования и сна, что для многих заполярных видов является основой жизни.

В заключении отметим, что использование светодиодного освещения должно регулироваться нормами СанПиНа и регламентироваться в ГОСТах. Производство светодиодного освещения должно сопровождаться изготовлением полупроводниковых источников света с солнцеподобным спектром, в том числе учитывая как общее, так и локальное освещение от мониторов и фар автомобиля. Для особых зон применять лампы с ограничением по цветовой температуры не выше 3000К и использовать специальные световые фильтры, для минимизации или полного исключения синего спектра света. Устанавливать лампы с индексом цветопередачи от Ra 80 [3,14].

Список литературы:

1. Дмитриев, М. В. Экологические аспекты светодиодного освещения // Экология промышленного производства. 2023. № 2. С. 67-74.
2. Хохлов, А.А., Куденко, В.Б. «Аспекты использования различных типов освещения в России» // Наука и Образование. 2025. Т. 8, № 1.
3. Хохлов, А.А., Куденко, В.Б. «Гигиеническое нормирование искусственного освещения на основе действующей нормативно-правовой документации» // Наука и образование. 2025. Т. 8, № 1.
4. Экспериментальные исследования определения освещенности и коэффициентов пульсации при использовании люминесцентных ламп и ламп накаливания /Щербаков С.Ю., Куденко В.Б., Аксеновский А.В., Криволапов

И.П., Тимофеева В.С.// В сборнике: Сборник научных трудов, посвященный 85-летию мичуринского государственного аграрного университета. в 4 т.. Мичуринск, 2016. С. 106-110.

5. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Моделирование распространения загрязняющих веществ, образующихся в результате работы источников выброса // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 1.

6. Хохлов, А.А., Аксеновская, Ю.М., Аксеновский, А.В. Световое загрязнение городов как фактор негативного влияния на экосистему, человека и общество // Наука и Образование. 2024. Том 7. № 4.

7. Александров К. С., Петров А. В. Влияние искусственного освещения на биоритмы человека // Экология и жизнь. 2023. № 4. С. 25-34.

8. Гуревич, Ю. Е. Влияние света на здоровье человека: монография / Ю. Е. Гуревич. СПб.: Питер. 2023. С. 320.

9. Захаров О. Г. Современные источники света и их влияние на организм // Светотехника и электрооборудование. 2023. № 1. С. 34-41.

10. Иванов А. А., Петров Н. С. Цветовые характеристики искусственного освещения // Светотехника и освещение. 2023. № 6. С. 23-30.

11. Калинин В. Н. Проблемы светового загрязнения окружающей среды // Экология и промышленность России. 2023. № 7. С. 15-22.

12. Кудрин Б. И. Физиологические аспекты искусственного освещения: учебник / М.: Академия. 2023. С. 416.

13. Мамошин Р. Р. Влияние искусственного света на биоритмы животных // Экология и промышленность. 2023. № 3. С. 56-63.

14. ГОСТ Р 55706-2023. Освещение наружное искусственное. Классификация и нормы. М.: Стандартинформ. 2023. С. 32.

UDC 614/5:644.36

HARMFUL EFFECT OF LED LIGHTING ON LIVING ORGANISMS IN THE ECOSYSTEM OF THE ARCTIC AND OTHER REGIONS

Galina Al. Ledeneva

senior lecturer

g.a.ledeneva@yandex.ru

Sergey Yu. Shcherbakov

candidate of technical sciences, associate professor

Scherbakov78@yandex.ru

Andrey Al. Khokhlov

student

garlic12@gmail.com

Pavel Yu. Morozov

student

mrzpv104@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The transition to innovative LED lighting was accompanied not only by positive aspects, in the form of energy savings while increasing the illumination of the space, but also raised a number of issues related to the violation of biorhythms in humans and animals. Innovations in the field of lighting require special attention to issues related to the health of living organisms. The article will discuss the essence of the problem and possible solutions.

Keywords: LED lighting, vision, health, color temperature, color rendering index, light, spectrum, Arctic region, animals, man.

Статья поступила в редакцию 10.09.2025; одобрена после рецензирования 20.10.2025; принята к публикации 31.10.2025.

The article was submitted 10.09.2025; approved after reviewing 20.10.2025; accepted for publication 31.10.2025.