

ОЦЕНКА УРОВНЯ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В НОЧНОМ ГОРОДЕ

Бабинович А.С., Булавко К.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Экспериментально исследован уровень светового загрязнения в ночном городе путем сопоставления экспериментально полученных данных со шкалой Бортля. Произведен сравнительный анализ полученных данных с мировыми с использованием специализированного приложения-карты светового загрязнения.

Ключевые слова: искусственное освещение, гистограмма, световое загрязнение, световой купол, шкала Бортля

Введение. Фонари, архитектурная подсветка, рекламные экраны, витрины магазинов и фары автомобилей создают световое загрязнение - форму физического загрязнения, которая связана с превышением допустимого уровня освещения в ночном городе. Рост уровня засветки ночного неба не только препятствует астрономическим наблюдениям, но и оказывает негативное воздействие на биологические ритмы живых организмов.

В данной статье авторами исследован уровень светового загрязнения на основании экспериментальных данных. Установлены факторы, обусловившие полученные результаты. Проведена оценка соответствия полученных результатов с мировыми данными светового загрязнения.

Основная часть. Весомая часть искусственного освещения ночного города отражается вверх, что создает над городом “световой купол”. Находящиеся в воздухе частицы пыли усиливают осветление неба путем отражения, преломления и рассеивания света [1]. Слишком сильное световое загрязнение имеет последствия: оно размывает звездный свет в ночном небе, мешает астрономическим исследованиям, оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье людей и впустую расходует энергию [2].

Для оценки уровня светового загрязнения ночного города были получены фотографии ночного неба в следующих локациях: центр города (рисунок 1, а), спальня район (рисунок 1, б), пригород (рисунок 1, в). Для обеспечения сопоставимости результатов все фотоснимки выполнялись с использованием одинаковых настроек в единое время - 22.02.2026, 22:14. Использовались следующие настройки камеры: ISO 100, выдержка 8 секунд, диафрагма 1.9, wb auto.



Рисунок 1 – Фотография ночного неба: а - в центре города, б - в спальном районе, в - в пригороде

Как можно заметить из приведенных выше фотоснимков, максимальное световое загрязнение сосредоточено в центре города, минимальное - в пригороде. Максимальный уровень светового загрязнения в центральных районах объясняется высокой плотностью

источников освещения и повышенным содержанием частиц пыли в воздухе. В свою очередь минимальный уровень светового загрязнения в пригороде связан с меньшей интенсивностью уличного освещения.

Визуально оценивая полученные фотоснимки, соотнесем состояния ночного неба с градациями шкалы Бортля [3], изображенной на рисунке 2. Для ночного неба в центре города характерна яркая засветка и отсутствие звезд, что соответствует 8/9 баллам по шкале Бортля. В спальном районе небо насыщенное, темно-синее, видимость слабых звезд минимальна, что соответствует 7 баллам по шкале Бортля. В пригороде небо темное, коричнево-черное, видны яркие и умеренно яркие звезды, что соответствует 6 баллам по шкале Бортля.

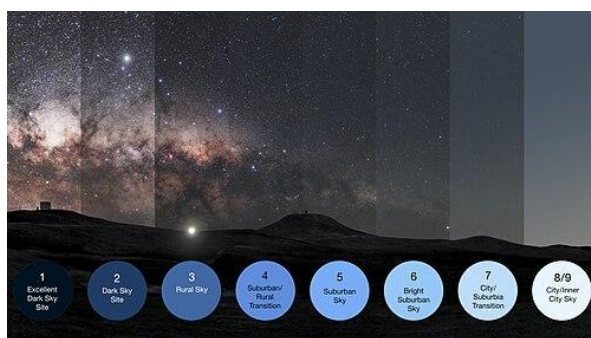


Рисунок 2 – Шкала светового загрязнения Бортля

На основе фотоснимков ночного неба построены гистограммы (рисунки 3 - 5). Используя такие характеристики, как яркость (описывается кривой черного цвета) и медианы каналов, можно проанализировать степень светового загрязнения. Характеристики гистограмм приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Медианы каналов

Локация	Медиана
Пригород	12
Спальный район	27
Центральный район	55

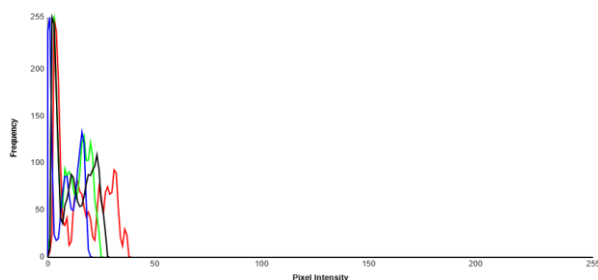


Рисунок 3 – Гистограмма фотоснимка пригорода

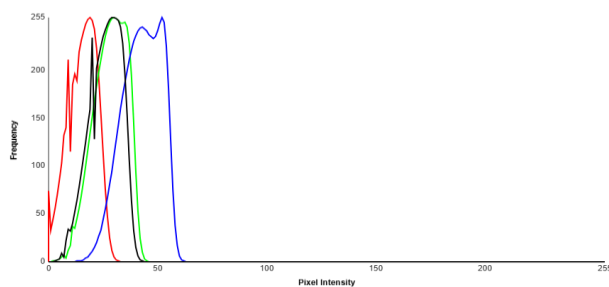


Рисунок 4 – Гистограмма фотоснимка спального района

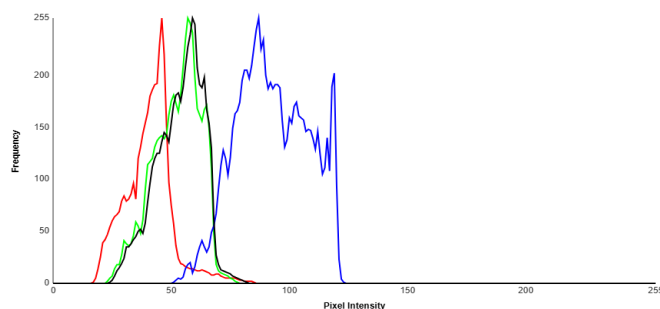


Рисунок 5 – Гистограмма фотоснимка центрального района

Полноту светового загрязнения можно определить по положению пика: чем правее пик при одинаковых настройках фотографии, тем сильнее световое загрязнение. На первой диаграмме пик находится в пределах от 0 до 14 (0 - 5% от полной шкалы), значение его медианы - 12. На второй гистограмме пик располагается в зоне от 10 до 50 (5 - 20% от полной шкалы), его медиана - 27. На третьей гистограмме пик сдвигается в область от 40 до 70 (20 - 30% от полной шкалы), его медиана - 55. Как видно из приведенных данных, уровень светового загрязнения увеличивается от пригорода к центральному району города.

Для проведения сравнительного анализа экспериментальных данных с мировыми значениями светового загрязнения была использована карта светового загрязнения (LightPollutionMap.app) [4]. Согласно мировым данным, центру города соответствует 8.1 баллов по шкале Бортля, спальному району - 7.8 баллов по шкале Бортля, пригороду - 5.7 баллов по шкале Бортля. Таким образом, полученные в результате эксперимента данные согласуются с мировыми значениями светового загрязнения.

Закключение. Получены фотоснимки ночного Минска в центральном, спальном районах и пригороде. Фотографии выполнены с едиными настройками и в единое время. Проведена оценка уровня светового загрязнения г. Минска путем сопоставления полученных экспериментальных данных со шкалой Бортля. Построены гистограммы по фотоснимкам. Установлено соответствие результатов эксперимента с мировыми данными светового загрязнения.

Список литературы

1. Брайтэлек [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://brightelec.ru/svetovoezagryaznenie>
2. ТРЕНДЫ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://trends-rbc-ru.cdn.ampproject.org/v/s/trends.rbc.ru/trends/amp/news/6149fd229a79471217e745c1?amp_gsa=1&_js_v=a9&usqp=mq331AQIUAKwASCAAGM%3D#amp_tf=%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%3A%20%251%24s&aoh=17721213387544&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&share=https%3A%2F%2Ftrends.rbc.ru%2Ftrends%2Fgreen%2F6149fd229a79471217e745c1
3. Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://be.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%91%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BB%D1%8F
4. Карта светового загрязнения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lightpollutionmap.app/ru/>

UDC 628.9.04-047.44

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF LIGHT POLLUTION IN THE NIGHT CITY

Babinovich A.S., Bulavko K.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Kamlach V.I. – Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The level of light pollution in a night city was experimentally investigated by comparing the experimentally obtained data with the Bortl scale. A comparative analysis of the data obtained with the world data was carried out using a specialized application-maps of light pollution.

Keywords: artificial lighting, histogram, light pollution, light dome, Bortle scale.