

УДК 621.32

**АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ИСПОЛНЕНИЯ ЛИНИЙ НАРУЖНОГО  
ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
ANALYSIS OF EXECUTION VERSION FOR OUTDOOR LIGHTING LINES  
BASED ON LIGHTING CALCULATIONS**

П.В. Сурович

Научный руководитель – В.Н. Калечиц, магистр технических наук, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

viachaslaukn@gmail.com

P.V. Surovich

Supervisor – V.N. Kalechyts, Senior Lecturer

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В статье сравниваются варианты освещения дороги класса А, внимание уделено распределению светового потока и соблюдению нормированных параметров.*

***Abstract:** In this article the attention is drawn to comparison of class A road lighting options, also considered the distribution of the luminous flux and compliance with the normalized parameters*

***Ключевые слова:** наружное освещение, светодиодные светильники, качество освещения.*

***Keywords:** outdoor lightning, LED luminaires, lighting quality.*

### **Введение**

Автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО) предусмотрена для уменьшения расходов на разработку сетей наружного освещения и объемов использования электропотребления данными сетями. От особенностей АСУНО зависит обеспечение нормируемых светотехнических и электрических показателей конкретных линий наружного освещения.

### **Основная часть**

Задачами АСУНО являются [3]:

- снижение времени поиска повреждений;
- уменьшение затрат по времени на составление отчетов расхода электроэнергии;
- снижение количества отказов оборудования;
- устранение возможности кражи электроэнергии в сетях наружного освещения;
- минимизация эксплуатационных расходов.

Функции АСУНО [3]:

- диспетчерское управление наружным освещением по заданному годовому графику;
- автоматическое регулирование работы компонентов систем наружного освещения;

- контроль токов и напряжений в фазах сетей наружного освещения в режиме настоящего времени;
- улучшение рабочих режимов устройств;
- сигнал о факте внештатных происшествий;
- автоматизация учета электроэнергии;
- сигнализация о несанкционированном доступе в питающие пункты;
- осуществление архивирования событий для анализа режимов работы.

**Экономический эффект** от внедрения АСУНО заключается в [3]:

- сокращение времени включения светильников;
- снижение эксплуатационных затрат за счет оптимизации организационно-технических мероприятий, обслуживания, транспортных расходов;
- сокращение эксплуатационных затрат на персонал за счет внедрения автоматизации управления;
- снижение числа плановых осмотров линий наружного освещения.

При правильно спроектированной и введенной системе управления можно достичь значительной экономии электроэнергии.

Системы управления позволяют изменить режимы работы светильников, т. е. можно уменьшать световой поток для эффективной работы. Управление происходит по линии и можно регулировать световой поток группы светильников с помощью дополнительного управления напряжением в пункте питания. Способы связи и коммутации бывают следующими: модемный канал, GSM канал, LAN линии, радиоканал [2].

Смоделирована в программе DIALux часть дороги, произведен светотехнический расчет при использовании светодиодных светильников с отличающимися параметрами: КСС, световой поток, светоотдача.

Принят класс освещения или категория объекта М4 (А4 – магистральная, внутренние транспортные связи центра города), с шириной дороги 20 м. Расстояние между опорами 25 м, их высота – 11 м, наклон консоли 15°, светильников на мачту – 1, расстояние консоль-проезжая часть 1 м, коэффициент эксплуатации 0,67, расстановка опор двухсторонняя.

За основу взяты два светильника наружного освещения:

- Philips- Optogan ОРК310 LED137 со световым потоком 13695 лм, мощностью 150 Вт, светоотдачей 91,3 Лм/Вт [4];
- БЕЛИНТЕГРА ДКУ 12-150-912 ТITANIA со световым потоком 14500 лм, мощностью 150 Вт, светоотдачей 83,7 Лм/Вт [5].

На рисунке 1 представлена дорога и ее освещение светильниками от Philips, а на рисунках 2, 3 изображены кривые силы света светильников.

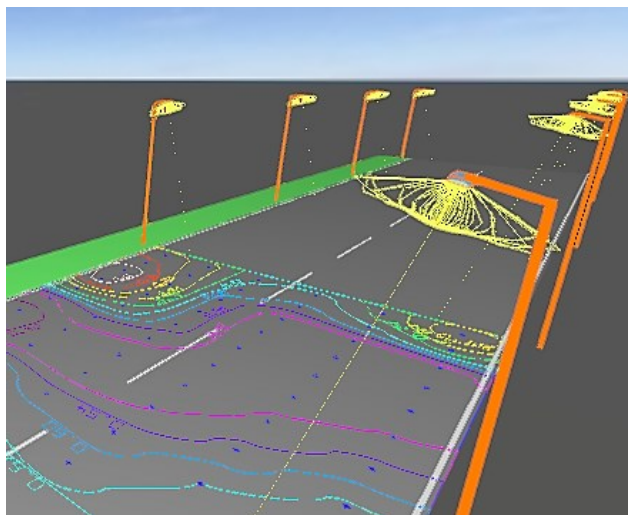


Рисунок 1 – Часть дороги для расчетов

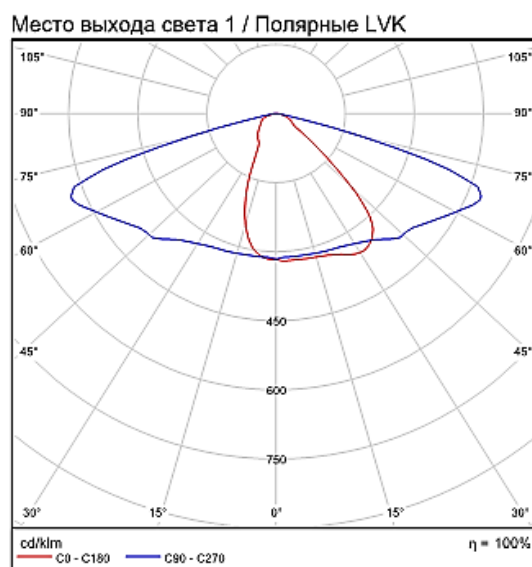


Рисунок 2 – КСС светильника Philips

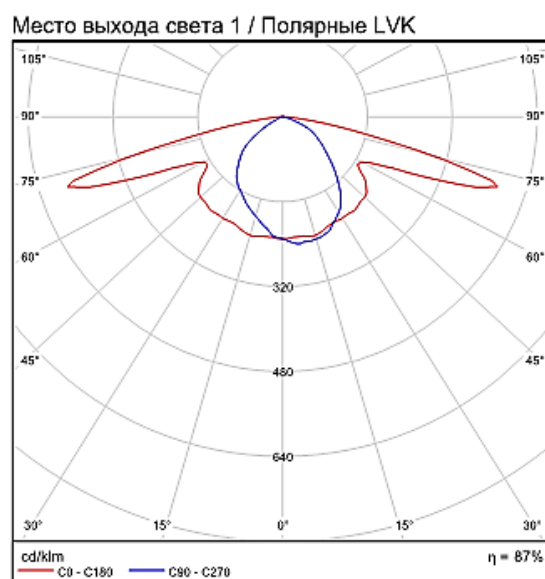


Рисунок 3 – КСС светильника БЕЛИНТЕГРА

Рассмотрено три случая:

- изменение расстояния между опорами с 25 м до 35 м;
- расположение опор вдоль дороги шахматным порядком;
- снижение светового потока светильников на 20 %.

Для выбранного типа дорог, определены следующие неравенства:

$$L_{cp} \geq 0,75; \quad (1)$$

$$U_0 \geq 0,4; \quad (2)$$

$$U1 \geq 0,6. \quad (3)$$

где  $L_{cp}$  – средняя яркость дорожного покрытия, кд/м<sup>2</sup>;

$U_0$  и  $U1$  – общая и продольная равномерности яркости.

Для первого варианта при начальных данных получаем:

$$0,6 \geq 0,75 \text{ не соответствует (по условию 1);}$$

$$0,59 \geq 0,4;$$

$$0,49 \geq 0,6 \text{ не соответствует (по условию 3).}$$

Уровень освещения проезжей части улиц, дорог и площадей с переходными и низшими типами покрытий в городских поселениях регламентируется величиной средней горизонтальной освещенности, которая для улиц, дорог и площадей категории А должна быть 15 лк [1].

Значения средней минимальной и максимальной освещенностей равны:  $E_{cp} = 15,3 \text{ лк}$ ,  $E_{мин} = 6,96 \text{ лк}$ ,  $E_{макс} = 27,1 \text{ лк}$ .

Второй вариант:

$$1,34 \geq 0,75;$$

$$0,73 \geq 0,4;$$

$$0,88 \geq 0,6.$$

Значения средней минимальной и максимальной освещенностей равны:  $E_{cp} = 18,6 \text{ лк}$ ,  $E_{мин} = 14,4 \text{ лк}$ ,  $E_{макс} = 22,4 \text{ лк}$ .

Все данные и результаты расчета сведены в таблицу 1, 2. На рисунке 4 представлен вариант с изменением расположения опор для второго светильника (в изолюксах).

Увеличение расстояния между опорами приводит к уменьшению количества опор, поэтому этот вариант экономичен, но слишком большой шаг снижает такие показатели, как освещенность и яркость. Шахматный порядок опор положительно сказывается на освещении дороги (более равномерное распределение светового потока на участке).

Таблица 1 – Результаты светотехнического расчета для светильника Philips

Исполнение	$L_{ср}, \text{кд}/\text{м}^2$	$U_0$	$U_1$	$E_{ср}, \text{лк}$	$E_{\text{мин}}, \text{лк}$	$E_{\text{макс}}, \text{лк}$
Изменение расстояния между опорами	0,43	0,27	0,18	10,9	1,82	26,5
Шахматное расположение опор	0,6	0,42	0,32	15,3	6,18	26,9
С уменьшенным световым потоком	0,48	0,59	0,49	12,2	5,57	21,6

Таблица 2 – Результаты светотехнического расчета для светильника БЕЛИНТЕГРА

Исполнение	$L_{ср}, \text{кд}/\text{м}^2$	$U_0$	$U_1$	$E_{ср}, \text{лк}$	$E_{\text{мин}}, \text{лк}$	$E_{\text{макс}}, \text{лк}$
Изменение расстояния между опорами	0,96	0,64	0,63	13,3	6,85	20,4
Шахматное расположение опор	1,34	0,73	0,88	18,6	14	22,8
С уменьшенным световым потоком	1,07	0,73	0,88	14,9	11,5	17,9

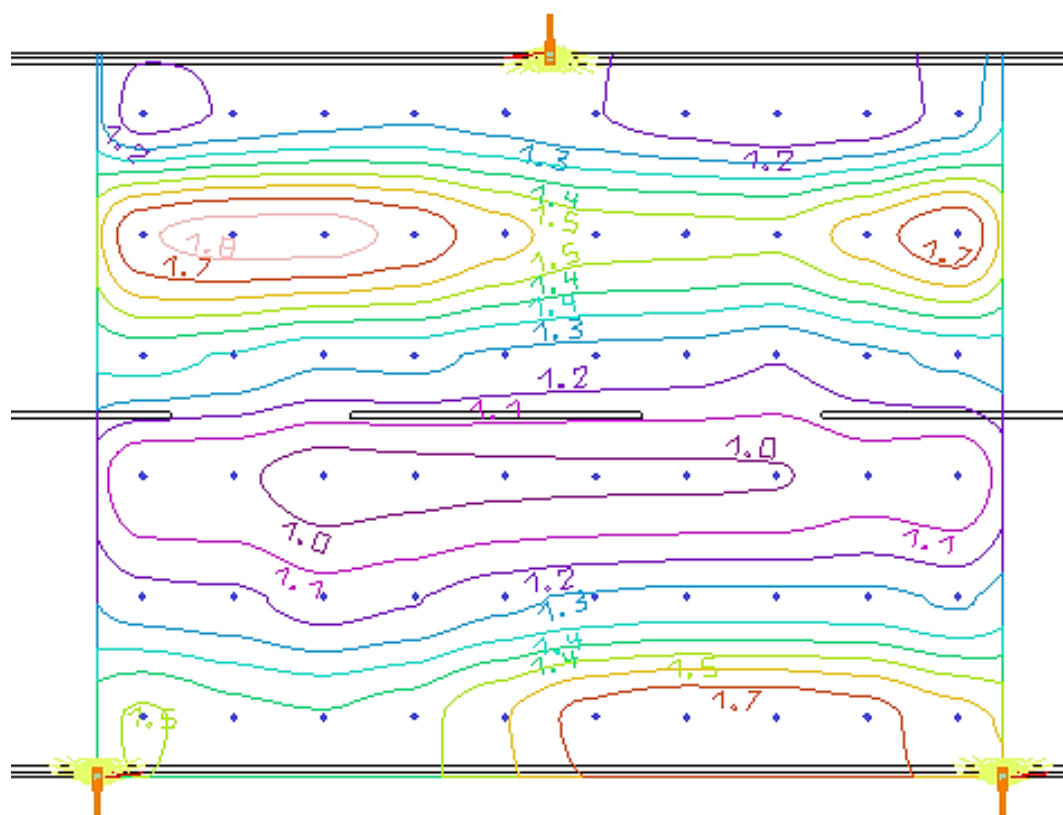


Рисунок 4 – Распределение светового потока при шахматном расположении опор

С помощью систем управления освещением и дополнительных устройств в пункте питания можно уменьшить напряжение, что позволяет понижать световой поток группы светильников. При третьем варианте расчета значительно изменяется средняя яркость дорожного покрытия. В ночное время допускается предусматривать возможность снижения уровня наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней яркости более 0,4 кд/м<sup>2</sup> или средней освещенности более 4 лк путем выключения не более половины светильников, исключая при этом выключение подряд расположенных, либо без отключения светильников с помощью регулятора светового потока разрядных ламп высокого давления в установке до уровня не больше 50 % ее нормируемого уровня наружного освещения [1].

### **Заключение**

Правильное освещение дорог – очень важная задача. Любые нарушения приводят к различному типу аварий и происшествиям на дорогах. Поэтому должны быть соблюдены все нормы, расчеты производят по ГОСТам, нормативным документам. Важнейшими показателями при выборе светильников являются: тип КСС, мощность, световой поток. Источник света должен направляться на дорожное покрытие, а сами опоры эффективно расположены, чтобы световой поток светильников был использован рационально.

### **Литература**

1. ТКП 45-2.04-153-2009 Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. Разработан научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Проектирование зданий и сооружений» (ТКС 04). Утвержден и введен в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14 октября 2009 г. № 338. – Режим доступа: [https://evn.by/zakonodatelstvo/rabochaya\\_zona/tkp-45-2-04-153-2009-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osveshhenie-stroitelnye-normy-proektirovaniya/](https://evn.by/zakonodatelstvo/rabochaya_zona/tkp-45-2-04-153-2009-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osveshhenie-stroitelnye-normy-proektirovaniya/). – Дата доступа: 15.03.2021.
2. Каталог компании «Телесистемы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.telesystems.info/svet>. – Дата доступа: 10.03.2021.
3. Каталог компании «Helios» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helios.su/asuno-helios/>. – Дата доступа: 10.03.2021.
4. Каталог компании «Philips» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.philips.by/>. – Дата доступа: 12.03.2021.
5. Каталог компании «Белинтегра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belintegra.by/>. – Дата доступа: 12.03.2021.