

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Проектирование системы уличного освещения участка автомобильной дороги Автозаводского района г. Тольятти»

Студент

В.Д. Рузанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

С.В. Шлыков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент, А.В. Кириллова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В выпускной квалификационной работе описано проектирование освещения на участке дороги в городе Тольятти, Автозаводского района, проезда Фабричный (от Южного шоссе до улицы Коммунальная).

Выпускная работа состоит из введения, 7 глав, 9 таблиц, 22 рисунков списка литературы, включая зарубежные источники, заключения и графической части на 6 листах формата А1.

Ключевым вопросом дипломной работы является проектирование освещения участка дороги в городе Тольятти, Автозаводском районе, проезд Фабричный (от Южного шоссе до Коммунальной улицы). Затронута тема стандартов освещения, расположение столбов на данном участке дороги.

Выпускную работу можно разделить на несколько логически связанных частей: оснащение дороги искусственным освещением, автоматическое управление освещением, обоснование необходимости освещения автодороги в городе Тольятти, выбор оборудования для освещения автодороги в Тольятти, электрические расчеты, технологические и конструктивные решения, освещение дорог и улиц светодиодным освещением в других странах.

Хотелось бы подчеркнуть, что данная работа актуальна не только в решении проблемы благоустройства автомобильных дорог города Тольятти, но и подобные технологические и конструктивные решения могут быть применены для освещения и реконструкций освещения на всех дорогах Российской Федерации.

Abstract

This graduation work about the lighting project on a road section in the city of Tolyatti, Avtozavodsky district, Factory Passage (from the Southern Highway to Kommunalnaya Street).

The final work consists of introduction, 7 chapters, 9 tables, 22 figures of the list of references, including foreign sources, conclusions and graphic parts on 6 sheets of A1 format.

The key issue of the thesis is the design of lighting on the road section in the city of Tolyatti, Avtozavodsky district, Factory Passage (from the Southern Highway to Kommunalnaya Street). We touch the topic of lighting standards, the location of poles on the specified section of the road.

The aim of the work is to give some information about the development of design and survey works to provide the roads of the Togliatti city with artificial lighting systems for safe and comfortable traffic on the example of a Factory Passage.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: equipping the road with artificial lighting, auto Lighting Control, justification of the need for lighting the highway in the city of Tolyatti, the choice of equipment for lighting a highway in Togliatti, electrical calculations, technological and constructive solutions, lighting of roads and streets with LED light in other countries.

I would like to emphasize that this work is relevant not only in solving the problem of landscaping the roads of the city of Togliatti, but similar technological and structural solutions can be applied for lighting and lighting reconstruction on all roads of the Russian Federation.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Оснащение автомобильной дороги искусственным освещением.....	7
1.1 Роль освещения.....	9
1.2 Нормы освещения автомобильных дорог.....	10
1.3 Классификация приборов уличного освещения.....	11
2 Автоматическое управление освещением.....	14
3 Обоснование необходимости освещения автомобильной дороги в г. Тольятти	16
3.1 Характеристика автомобильной дороги г. Тольятти проезд Рабочий.....	16
3.2 Технологические и конструктивные решения по оборудованию искусственным освещением автомобильной дороги проезд Фабричный (на участке от Южного шоссе до ул. Коммунальная).....	17
4 Выбор оборудования для освещения автомобильной дороги г Тольятти проезд фабричный.....	19
5 Электрические расчеты.....	29
6 Технологические и конструктивные решения.....	33
7 Освещение автомобильных дорог и улиц светодиодным светом в других странах.....	36
7.1 Реконструкция туннельного освещения в Италии.....	36
7.2 Реконструкция автомобильных дорог в Великобритании.....	42
7.3 Реконструкция освещения в стране США.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	47

ВВЕДЕНИЕ

Освещение автомобильных дорог в городах и населённых пунктах обеспечивает безопасное передвижение, как автомобилистов, так и пешеходов. Даже минимальные нарушения в разработке проекта системы освещения, могут привести к тяжким последствиям, а не редко и к летальному исходу. И так как речь идёт о человеческих жизнях, нужно грамотно подходить к выбору вида источника света, его правильном расположении. Для этого существуют все возможные ГОСТы, СНИПы [1-9]. В них определен закрытый перечень норм и требований, соблюдение которых является обязательным, и гарантирует высокий уровень системы освещения.

Вождение ночью более опасно, чем вождение в любое другое время дня. Хотя и только четверть всех поездок водителей совершается в ночное время, однако в этот период времени случается почти половина серьезных ДТП. Исследования показывают, что размещение уличного освещения может предотвратить дорожно-транспортные происшествия и смертельные случаи и значительно сократить смертность на дорогах.

Можно сказать, что уличное освещение в настоящее время имеет два основных недостатка. С одной стороны, это уже упомянутая проблема не малого энергопотребления, которое составляет 19% мирового потребления энергии и приблизительно 6% выбросов CO₂. Эта в основном связано с неэффективностью обычных систем уличного освещения, так как они работают непрерывно на протяжении всей ночи, независимо от присутствия пешеходов или транспортных средств.

Сокращение выбросов CO₂ и достижение энергоэффективности является ключевым фактором для перехода к ресурсоэффективной экономике и разумному устойчивому росту, к которому сегодня стремится мир. Уличное освещение является важной частью для достижения этой цели, где наибольший объем энергопотребления связан с ней, а обусловлено это неэффективностью устаревших систем. Сильные финансовые и

технологические факторы предполагают, что миллиарды долларов во всем мире можно было бы сэкономить на затратах энергии в год, перейдя на технологию светодиодов (LED). Светодиодные фонари обеспечивают два основных преимущества: снижают энергопотребление и имеют более длительный срок службы, который в три-пять раз больше, чем устаревшие технологии освещения [18]. Это увеличение срока службы также отражается на значительном снижении затрат на техническое обслуживание. Кроме того, эта технология гораздо более гибка, чем устаревшие системы, позволяя применять интеллектуальное электронное управление для регулировки затемнения светодиодов для снижения энергопотребления.

В этом году была проведена огромная работа по благоустройству наружным электроосвещением автодороги расположенной по адресу: Самарская область, город Тольятти, Автозаводский район, проезд Фабричный (от Южного шоссе до улицы Коммунальная). На этом участке дороги отсутствовало допустимое освещение, и в связи с этим было решено разработать проект, направленный на разработку осветительной системы достойного качества.

Целью работы является разработка проектно-изыскательных работ по обеспечению автомобильной дороги на заданном участке системой искусственного освещения, для безопасного и комфортного движения на примере автомобильной дороги по адресу город Тольятти проезд Фабричный.

Для осуществления данного проекта необходимо выполнить следующие задачи:

- анализ текущего состояния автомобильных дорог в городе Тольятти;
- рассмотрение осветительного оборудования разных видов и их оценка;
- разработка плана по обеспечению дорог искусственным освещением
- анализ зарубежного опыта в заданном вопросе.

1 Оснащение автомобильной дороги искусственным освещением

Оснащение освещением автомобильных дорог один из главных факторов безопасности движения для водителей и пешеходов. Водитель может мгновенно среагировать при хорошем освещении вечером и выбрать безопасное решение.

Самые первые фонарные столбы появились ещё в начале XV века [13]. По распоряжению мэра Лондона Генри Бартон в 1417 году он приказал жителям зимой в ночное время вывешивать фонари на фасадах домов. В фонарях использовались свечи, но они давали мало света и быстро сгорали. Более привычный к нашему современному виду уличного освещения – отдельно стоящие столбы с фонарями которые появились в XVII веке в Амстердаме. С 1600 по 1670 год население Нидерландов удвоилось, а вдоль каналов были построены многочисленные культовые сооружения, горожане впопыхах часто падали в воду и тонули. Вместо свечей в фонарях предлагалось использовать дешёвое рапсовое масло (в холодное время года – льняное, потому что оно не замерзало) и фитиль из чистого хлопка. Ван дер Хейден даже рассчитал оптимальное расстояние между фонарями – 42 метра – и предложил расставить их вдоль всех улиц и каналов.

Освещение автомобильных дорог неотъемлемая часть в современном мире. За последние годы развитие освещения шагнуло вперед и развивается во всем мире с каждым днем. Практикуется много различных способов освещения дорог, но основных способов всего три [14].

Способ первый показан на рисунке 1. Этот способ считается одним из самых популярных в России. 70% автомобильных дорог с искусственным освещением сконструированы таким образом, единственный недостаток такого варианта это неравномерное освещение.



Рисунок 1 – Одностороннее освещение

Второй способ размещения световых опор указан на рисунке 2. Этот способ применяется на автомагистралях или трассах где больше четырех полос [20]. Данный способ является самым дорогим из перечисленных, но и он же является самым эффективным.



Рисунок 2 – Освещение автомобильных дорог свыше 4 полос

Третий способ показан на рисунке 3, он применяется на автомобильных участках дороги, где нет обочины, чаще всего на мостах. Этот способ ограничивается только четырьмя полосами, преимущество этого варианта в равномерном освещении автомобильной дороги и требуемых меньше затрат.



Рисунок 3 – Центральное освещение дороги

1.1 Роль освещения

Человеческое зрение плохо работает в темноте или в сумерках - следовательно, это служит повышенным риском несчастных случаев для водителей и пешеходов. Дорожное освещение играет очень важную роль и создается с целью создания хорошей визуальной среды для водителей транспортных средств и как следствие достижение обеспечения безопасности дорожного движения, повышения эффективности перевозок, сокращения преступной деятельности и украшения ночной обстановки города [10]. Так же для обеспечения освещения на пешеходных и жилых дорогах, которые в основном используются пешеходами и немоторизованными транспортными средствами для предоставления пешеходам комфортной и безопасной езды, чтобы пешеходы могли четко видеть тип дороги, состояние дорожного покрытия, и есть ли какие-то препятствия по пути. Освещение служит большим помощником пешеходов, так как видно транспортные средства, которые движутся по дороге в то же время, а также их условия вождения и намерения, чтобы понять скорость и направление движения транспортного средства и определить расстояние от транспортного средства.

Когда пешеходы встречаются, они могут определить черты лица на противоположной стороне и вовремя судить о его намерениях действий, и

это облегчает общение людей и в тоже время эффективно предотвращает преступную деятельность [21]. Дорожное освещение в этой области может также обеспечить надлежащее вспомогательное освещение для видимости дорожных знаков ландшафтов жилых районов, пешеходов, пешеходных переходов [19]. Кроме того, дорожное освещение в жилом районе помогает создать комфортную и приятную ночную атмосферу.

1.2 Нормы освещения автомобильных дорог

Для городов и населенных пунктов освещение дорог играет важную роль. Малейшие нарушения освещения могут привести к летальным исходам.

Поэтому к качеству освещения на данных автомобильных участках дорог очень строго и подкрепляется ГОСТами. Они описаны в специальной документации, которая должна применяться при проектировании автомобильного освещения, а именно: ГОСТ Р 55706-2013, СП 52.13330.2011, СП 42.13330.2011 [8,9].

В соответствии с ГОСТами проектирование освещения должны соответствовать с нормами указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы средней яркости и освещенности усовершенствованных покрытий

Категория объекта по освещению	Улицы, дороги и площади	Наибольшая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м ²	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
A1	Магистральные дороги, магистральные улицы общегородского значения	Св. 10000	2,0	30
A2		От 7000 до 9000	1,6	20
A3		От 4000 до 7000	1,4	20

Продолжение таблицы 1

Б1	Магистральные улицы районного значения	От 3000 до 4000	1,2	20
Б2		От 2000 до 5000	1,0	15
В1	Улицы и дороги местного значения	От 1500 до 3000	0,8	15
В2		От 1500 до 3000	0,6	10
В3		От 500 до 1500	0,4	6

1.4 Классификация приборов уличного освещения

Есть два так называемых типа освещения, первый освещает уличные дворы, городские сооружения, парки, а второй автомобильные дороги, автобаны, трассы. Делят их на два вида, потому что они выполняют разные функции и предназначены для разных целей.

Первый вид освещения применяют с энергоэффективными светильниками, дающими небольшие мощности [26]. Обычно мощности таких ламп от 40 до 125 Вт. Светильники, которыми оснащают улицы, имеют округлую форму, которая гармонично смотрится и имеет рассеивающую функцию.

Для второго типа освещения лампы имеют рефлекторное освещение с отражателем в светильнике. Мощность таких светильников варьируется от 250 до 400Вт.

На рисунке 4 показана лампа ДРЛ и ДРИ эти лампы практически одинаковы, за исключением некоторых моментов:

- разный цоколь от патрона светильника к лампе;
- эллипсоидного типа лампочка, где находятся основные элементы лампы;
- в колбе находится ртуть и азот.



Рисунок 4 – Лампа ДРЛ

В таких лампочках световые волны возникают из-за горения дуги, находящиеся внутри стеклянной оболочки, в которой обычно находятся 4 электрода подключенные к проводникам цоколя. Для правильной работы таких лампочек необходима специальная аппаратура под названием РКУ [17], она регулирует ток для розжига ламп. Основная задача этого устройства подать напряжения на электроды для первого розжига и ограничить в последующем его. ДРЛ лампы очень чувствительны к напряжению и падению, примерно на 25% от нормы может привести РКУ в негодность.

К плюсам этих ламп можно привести их стоимость, в остальном они будут проигрывать своим конкурентам во всех случаях.

Лампа, изображенная на рисунке 5, называется ДНаТ. Она считается самой популярной в мире по освещению автомобильных дорог. Преимущество их в том, что по сравнению с лампами ДРЛ превышают световой поток приблизительно в 2 раза. Это около 150Лм/Вт. Особенностью таких ламп является температура, которая равна 2000К и их ярко желтое свечение. Поэтому такие лампы устанавливаются на магистралях.



Рисунок 5 – Лампа ДНаТ

Представленная на рисунке 6 светодиодная лампа, является самым перспективным способом освещения автомобильных дорог и улиц. Они убирают лампы ДРЛ, ДНаТ, и ДРИ на второй план из нашей жизни [16]. В текущее время один из самых лучших вариантов – это светодиоды, которые обладают долгим сроком службы (100000 часов) и большой экономичностью. Такие светильники не требуют пусковых токов или питающих кабелей. Плюсы их в комфортной цветовой температуре в 6500К и в температурном режиме, который составляет от -60 до +50. Единственный их минус в том, что цена в десятки раз выше ламп ДРЛ и ДНаТ.



Рисунок 6 – Светодиодный светильник

Вывод: на заданном участке автомобильной дороги необходимо поставить светодиодные светильники, так как они будут полностью выполнять все наши требования.

2 Автоматическое управление освещением

Есть три способа управления освещением, первый способ автоматический, второй вручную и третий способ заключается в том, что управляется от автоматической системы управления [22].

Первый способ был не долгосрочным и некачественным из-за его постоянных проблем. Было несколько очень серьезных причин, чтобы отказаться от него, например: датчики нужно было постоянно калибровать, если это игнорировали, то работа была нечеткой, часто при полной луне или проезжающей с дальним светом автомобилей система отключалась [15]. Еще мы можем заметить, что зимой датчики часто засыпало снегом, и освещение было даже днем. Поэтому можно сделать вывод, что эта система работала некорректно и тратила много электроэнергии впустую. После нескольких неудач нашли новый способ исправить ряд проблем и начали ставить астрономическое реле, показанное на рисунке 7, оно исправило ситуацию, так как на определенных местах, где его ставили, сначала замеряли время от заката до рассвета и на основе этих показаний программировали заданные участки автомобильных дорог. Такие способы применяются в небольших городах и пользуются популярностью.



Рисунок 7 – Астрономическое реле

Второй способ – это самый примитивный вариант. Суть заключалась в том, что человек находясь на своем рабочем месте, оценивая ситуацию, включал и выключал осветительные установки.

Третий и самый современно-инновационный способ управления наружным освещением состоит из двух уровней. Верхний щит зависит от диспетчера, который наблюдает за панелью управления освещением, на которую стекается вся информация с нижнего уровня. Нижний щит (рисунок 8), находится на участке, где установлено освещение и отвечает за качественную работу осветительных приборов без помощи работников.



Рисунок 8 – Щит простейший автоматического освещения

Есть несколько способов связи верхнего и нижнего уровня. Обычно завод производителя поддерживает все виды, которые есть и предприятие выбирает способ, который им наиболее удобен и выгоден [25].

Так же, стоит заметить, что эта система всегда имеет источник питания, и при отключении электроэнергии может поддерживать освещения автомобильных дорог примерно на час и сообщает на диспетчерский пульт все параметры, которые сейчас происходят. Если вдруг произошел сбой, то так же в щите находится вся информация. Плюс этого варианта в том, что если светильники укомплектованы разными модулями он обеспечивает их в индивидуальном порядке и всю информацию о состоянии этих светильников передает на диспетчерский пункт.

Вывод: из всего вышесказанного, имеется несколько видов автоматического управления освещением, в которых были определены их плюсы и минусы. Для нашего проекта подошел последний рассмотренный способ.

3 Обоснование необходимости освещения автомобильной дороги в г. Тольятти

В самарской области в 2019 году выделили 1,5 миллиарда рублей на развитие автомобильных дорог и освещение. В городе Тольятти проживает 700 тысяч человек, а машин зарегистрировано 210 тысяч на момент 1 января 2020 года. В текущий период на территории Самарской области зарегистрировано 3726 дорожно-транспортных происшествий, в результате которых 298 человека погибли и 4890 получили ранения [33].

Город Тольятти является одним из мало освещённых городов России. И в 2019 году началась реконструкция и проектирование освещения на аварийно-опасных участках дороги. По статистике большинство дорожно-транспортных происшествий происходит в темное время суток на неосвещенных участках автомобильных дорог. Таким и стал участок дороги проезд Фабричный протяженностью 0,824км.

Таким образом, мы понимаем, что, исходя из всех выше перечисленных фактов необходимо сделать освещение на автомобильной дороге проезд Рабочий для большей безопасности передвижения по ней.

3.1 Характеристика автомобильной дороги г. Тольятти проезд Рабочий

Автомобильная дорога г Тольятти проезд Фабричный - четырех полосная с шириной одной полосы 3,75м имеет категорию Б1. Покрытие автомобильной дороги «Проезд фабричный» общего пользования сделан из асфальтобетона дорожного литого горячего по ГОСТ Р 54401-2011. Расположение автомобильной дороги показано на ситуационном плане.

Ситуационный план – это схематическое изображение с жилыми или нежилыми объектами или с участками строящегося или реконструирующего освещения (рисунок 9).

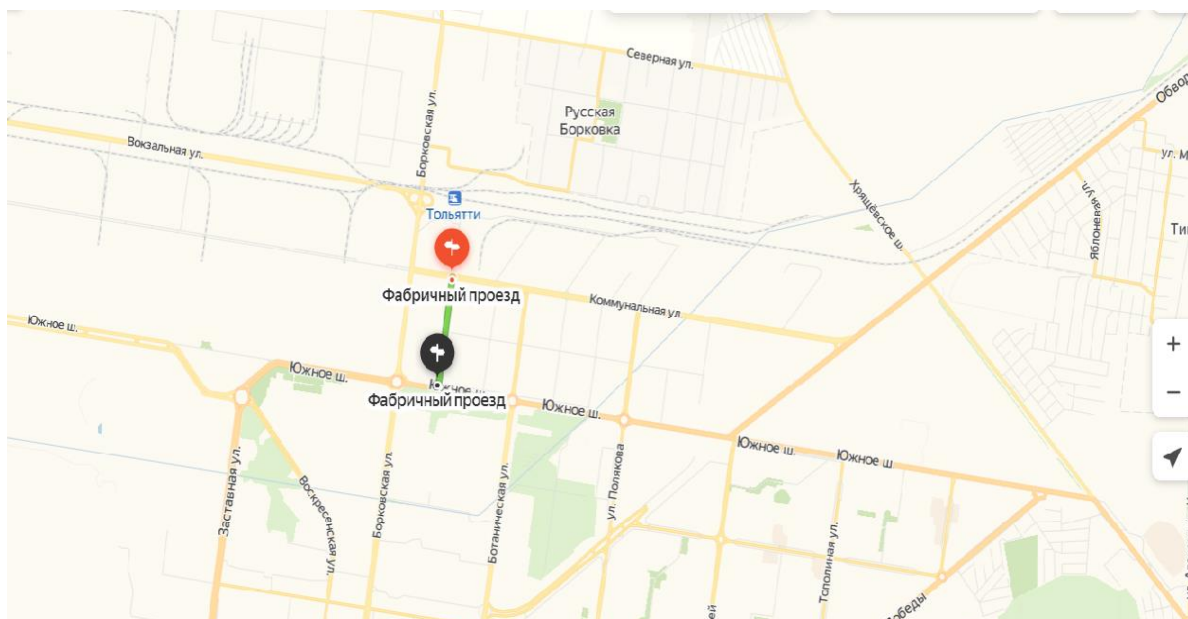


Рисунок 9 – Ситуационный план

Город Тольятти в умеренном широтном поясе, климат умеренный, местное влияние на него оказывают большие леса вдоль и между районов и куйбышевское водохранилище. Средняя температура за год 6,6 °С.

Максимальное количество осадков снега происходит зимой в январе месяце, а сезон дождей начинается в августе месяце летом.

Рельеф участка автомобильной дороги проезд Фабричный ровный с небольшим уклоном.

3.2 Технологические и конструктивные решения по оборудованию искусственным освещением автомобильной дороги проезд Фабричный (на участке от Южного шоссе до ул. Коммунальная)

Оснащение автомобильной дороги проезда Фабричный светильниками E1-Led Street M3.3 на высоте 10м поможет нам установить хорошее освещение и оптическую видимость согласно СП 52.13330.2011 в ночное время и в условиях плохой видимости.

Так как наш объект находится в черте города Тольятти, нам будут препятствовать пешеходные тротуары вдоль дороги и подземные коммуникации в прокладке подземного кабеля к осветительным установкам.

К тому же освещение кабельным способом приведет к еще большим затратам, чем провод СИП.

Как следует из всех перечисленных выше фактов, применение кабеля СИП-2 способом закрепления анкерного кронштейна на осветительную опору, является самым простым и целесообразным решением для этого проекта.

Вывод: была рассмотрена статистика дорожно-транспортных происшествий в городе Тольятти. Она показала большую аварийность на данном участке дороги и подтвердила необходимость оборудования освещением на данном участке. Произведен анализ общей освещенности на заданном участке дороги, так же определен метод установки оборудования.

4 Выбор оборудования для освещения автомобильной дороги г. Тольятти проезд фабричный.

При выборе светодиодных светильников для освещения данной автомобильной дороги был сделан основной упор на технические и нормативные требования к современному энергосберегающему освещению.

Основные требования к техническим характеристикам светодиодных светильников планируемых к установке:

- ресурс работы светильников не менее 50000 часов,
- защиты источников питания при превышении сетевого напряжения выше 250В,
- номинальное напряжение переменного тока 175-240В,
- температурная эксплуатация от -50 до +50°С,
- конструкция светильников, модульная, позволяющая в случае неисправности произвести замену не рабочих модулях без демонтажа светильников,
- гарантийных срок не менее 2-х лет.

Таким образом, выбор пал на оборудование компании ООО «EfLight», так как светильники подходят по всем техническим требованиям нашего проекта.

В данном проекте мы будем использовать искусственный свет, а в этом лучше всего разбирается компания «EfLight». Это компания появилась более 9 лет назад в г. Тольятти [32]. Сейчас не достаточно просто производить светильники хорошего качества, которые не уступают самым высоким европейским стандартам. Специалисты всегда найдут к вам подход и предложат лучшую модель для вас. Так же они готовы произвести для вас светильники на заказ любой сложности. Это компания стала популярной не только в г. Тольятти, но и на Российском рынке не уступает никому. Сейчас у них более 20 позиций светильников в наличии, которые вы можете приобрести. Так же это компания делала большой заказ для АО «Роснефть» и

произвела искусственное освещение на многих заводах России. Они ведут очень много частных проектов, в которых речь идет о сложных инженерных решениях, электромонтажные работы они берут на себя потому, что правильный монтаж гарантия того, что энергоэффективное оборудование будет служить долго и качественно. Более четырех лет создаются проектные решения для создания энергоэффективных систем освещения для объектов разной сложности, например: складских помещений и промышленных объектов.

Недавно, ООО «EfLight» сообщила, что компания ООО «Промышленное предприятие «Прикамье» стала официальным дилером компании «ЭфЛайт». В подтверждение этого, был получен соответствующий сертификат. В скором времени клиенты «ЭфЛайт» смогут увидеть обновленный и расширенный каталог продукции, в который войдет оборудование от нового партнера.

Также архитектурной и декоративной подсветки зданий ландшафтного освещения. ООО «EfLight» дает гарантию от двух лет на свою продукцию. Для нашего проекта лучше всего подойдут светильники EL-led Street M3.3 на 80Вт и 110Вт (рисунок 10).



Рисунок 10 - Лампа EL-led Street M3.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип	Уличный
Мощность, Вт	80

Напряжение питания	170-264
Световой поток, лм	11700
Длина, мм	620
Ширина, мм	210
Высота, мм	162
Масса, кг	6,2
Энергетическая эффективность, лм/Вт	146
Индекс цветопередачи, Ra	>80
Коэффициент мощности	0,98
Цветовая температура	4000/5000
Температура эксплуатации	--40...+50 (-60...+50)
Пульсация светового потока, %	<1%
Класс энергопотребления	A

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип	Уличный
Мощность, Вт	110
Напряжение питания	170-264
Световой поток, лм	15500
Длина, мм	714
Ширина, мм	210
Высота, мм	162
Масса, кг	7,1
Энергетическая эффективность, лм/Вт	140
Индекс цветопередачи, Ra	>80
Коэффициент мощности	0,98
Цветовая температура	4000/5000
Температура эксплуатации	--40...+50 (-60...+50)
Пульсация светового потока, %	<1%

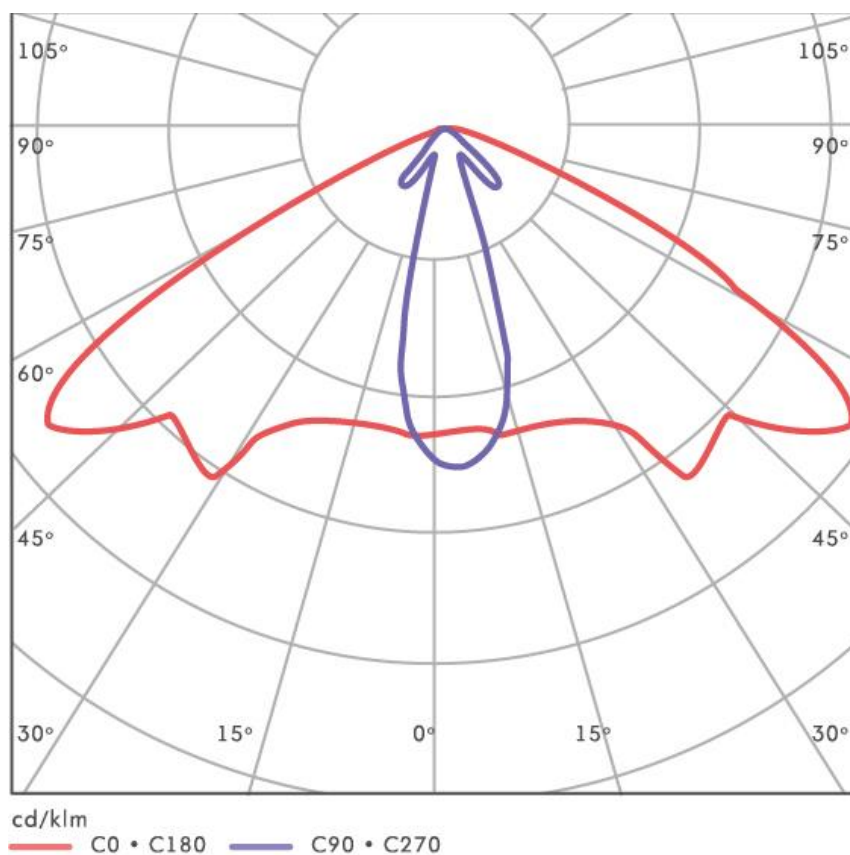


Рисунок 11 – Кривая силы света светильника

Кабель СИП пришел на смену устаревшей воздушной линии электропередач, где провода крепились на изоляторах на определенном расстоянии друг от друга, чтобы избежать перехлеста и короткого замыкания. Кабель СИП лишен многих недостатков, каждая жила покрыта изоляцией и они соединены вместе в одну конструкцию [11]. Для прокладки такого кабеля не требуются специальные столбы с изоляторами, опоры можно ставить на большем расстоянии, нет такого понятия, как нахлест проводов во время ветра. Применяют его в сетях до 35 тысяч Вольт, для электрификации жилых домов, уличного освещения и прочих нужд. Рассмотрим назначение и основные технические характеристики СИП.

Приставка «А» в конце маркировки (к примеру, СИП-1А), говорит о том, что нулевая жила покрыта изоляцией. Приставка «Н» в свою очередь

означает, что токоведущие жилы изготовлены из алюминиевого сплава, а буква «Т» в конце марки свидетельствует о том, что изоляция стойкая к повышенным температурам +90°C (кратковременно +120°C).

Перед тем, как рассмотреть устройство провода СИП, хотелось бы отметить, что на сегодняшний день существуют следующие марки проводника: СИП-1, -1А, -2, -2А, -3, -4, -5 [23]. Виды и различия каждой марки мы сейчас и рассмотрим. Конструкция кабеля СИП указана на рисунках 12-16.

СИП-1 производят для сетей 380 В. Это четырехпроводной кабель из алюминия или алюминиевого сплава, три жилы покрыты светостойким полиэтиленом, устойчивому к ультрафиолетовому излучению, а четвертая без оплетки со стальным сердечником, выполняет роль несущей и нейтральной.

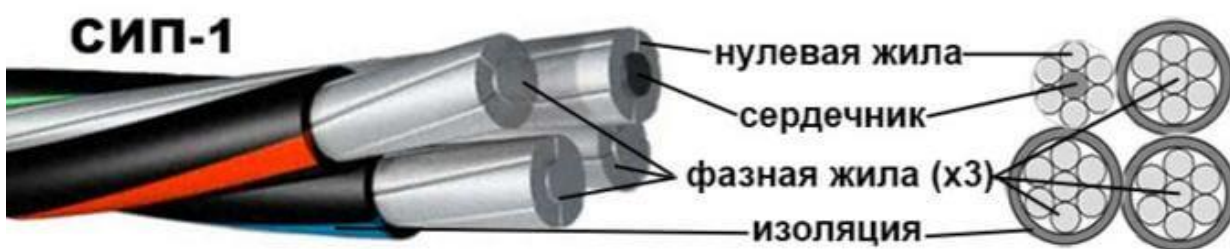


Рисунок 12 - Конструкция кабеля СИП-1

У СИП-2 все жилы изолированы, несущая, в том числе.

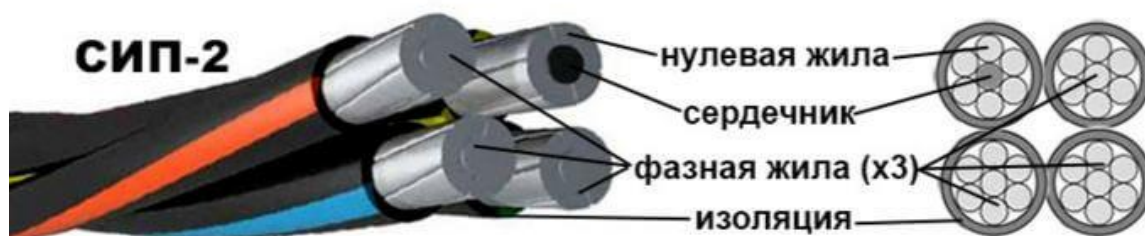


Рисунок 13 - Конструкция кабеля СИП-2

СИП-3 – это одножильный сталеалюминевый кабель с оболочкой из сшитого светостабилизированного полиэтилена.



Рисунок 14 - Кабель СИП-3

У СИП-4 все четыре жилы изолированы термопластичным светостабилизированным полиэтиленом, но отсутствует несущая отдельная жила.



Рисунок 15 – Кабель СИП-4

СИП-5 также не имеет отдельной несущей жилы, остальные покрыты оболочкой из сшитого полиэтилена, количество жил две и более.



Рисунок 16 – Кабель СИП-5

По техническим характеристикам СИП-1, СИП-2, СИП-4 и СИП-5 рассчитаны на номинальное напряжение до 1 кВ, СИП-3 до 35 кВ [12].

Эксплуатационные параметры кабеля:

- диапазон температур эксплуатации от -60 до + 50°С;
- климатическое исполнение УХЛ (умеренно холодный климат);
- монтаж линии возможен при – 10 градусов Цельсия;
- гарантийный срок эксплуатации 5 лет;
- заявленный срок службы не меньше 45 лет.

Подробнее характеристики СИП, такие как минимальный радиус изгиба, сопротивление, токовая нагрузка, масса и сечение жил, смотрите в таблицах 2,3,4:

Таблица 2 – Электромеханические параметры провода СИП

Марка провода	СИП-1	СИП-2	СИП-3	СИП-4	СИП-5
Количество токопроводящих жил, шт.	1÷4	1÷4	1	2-4	2-4
Сечение жил, мм ²	16÷120	16÷120	35÷240	16÷120	16÷120
Нулевая жила, несущая	сплав алюминия (со стальным сердечником)	сплав алюминия (со стальным сердечником)	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Токопроводящая жила	алюминиевая	алюминиевая	сплав алюминия (со стальным сердечником)	алюминиевая	алюминиевая
Класс напряжения, кВ	0,4÷1	0,4÷1	10÷35	0,4÷1	0,4÷1
Тип изоляции жил	термопластичный полиэтилен	светостабилизированный полиэтилен	светостабилизированный полиэтилен	термопластичный полиэтилен	светостабилизированный полиэтилен
Температура эксплуатации	-60°С ÷ +50°С	-60°С ÷ +50°С	-60°С ÷ +50°С	-60°С ÷ +50°С	-60°С ÷ +50°С
Допустимый нагрев жил при эксплуатации	+70°	+90°	+70°	+90°	+90°

Продолжение таблицы 2

min радиус изгиба провода	не менее 10 Ø	не менее 10 Ø	не менее 10 Ø	не менее 10 Ø	не менее 10 Ø
Срок службы	не менее 40 лет	не менее 40 лет	не менее 40 лет	не менее 40 лет	не менее 40 лет
Применение	- ответвлений от ВЛ; - ввод питания в жилые помещения; - хоз. постройки; - прокладка по стенам зданий и сооружений.	-	- для монтажа ВЛ напряжение м 10-35 кВ	-ответвлений от ВЛ; - ввод питания в жилые помещения; - хоз. постройки; - прокладка по стенам зданий и сооружений	-

Таблица 3 – Краткая техническая характеристика проводов СИП

Количество и сечение жил, х шт ²	Масса, кг/км		Диаметр, мм	Токовая нагрузка, А	Ток короткого замыкания, кА
	СИП-2	СИП-2А			
1×16+1×25	157,9	189,86	15,00	105	1,5
2×16	-	131,90	13,00	100	1,5
×	-	253,00	15,00	130	2,3
×	290,40	322,13	22,0	100	1,5
×	428,90	465,13	26,00	130	2,3
×	574,61	624,20	30,0	160	3,2
×	809,51	867,04	35,0	195	4,6
×	1089,59	1165,10	41,0	240	6,5
×	1363,32	1438,83	45,0	300	8,8
×	1579,67	1655,18	47,0	340	7,2
×	-	263,8	22,0	100	1,5
×	-	394,3	26,0	130	3,2
×	356,98	388,7	22,0	100	1,5
×	528,31	564,57	26,0	130	3,2

Таблица 4 – Сопротивление токопроводящих жил

Сечение, кв. мм	Фазные	Несущие
16	1,91	-
25	1,2	1,38
35	0,868	0,986
50	0,641	0,720
70	0,443	0,493
95	0,32	0,363
120	0,253	0,288
150	-	0,236

Прокладка провода производится специальной арматурой для монтажа СИП, которую мы сейчас и рассмотрим на рисунке 17.



Рисунок 17- Арматура для монтажа провода СИП

Предоставим поверхностный обзор монтажа самонесущего изолированного провода на рисунке 18.



Рисунок 18- Методы монтажа провода СИП

На опоре специальными металлическими скрепами устанавливаются крепления для анкеров, которые будут держать специальные зажимы. Заводится СИП на опоры методом протяжки, предварительно на столбах устанавливают раскатные ролики, с защитным слоем пластика, предотвращающие порчу изоляции протягиваемого кабеля и заблаговременно заведенным канатом-лидером его растягивают, сматывая с катушки.

При монтаже нужно избегать волочения по земле и веткам деревьев [24]. С помощью динамометра устанавливают допустимое натяжение линии. После этого провод фиксируют в пролетах. Стыковка и отвод линии производится герметичными зажимами. Электрический контакт осуществляется прокалыванием защитного слоя шипами. Подключение может осуществляться под напряжением, конструкция прокалывающего зажима позволяет производить данную процедуру безопасно.

Вывод: подводя итоги вышесказанному, хотелось бы отметить, что было изучено оборудование, которое будет установлено. И, исходя из этого, на данном участке автомобильной дороги необходимо поставить светодиодные светильники, так как они будут полностью выполнять все необходимые требования по яркости и освещенности.

5 Электрические расчеты

Электрическая нагрузка освещения складывается из мощности всех светильников, питаемых соответствующим участком сети (таблица 5).

Таблица 5– Электрические нагрузки - проезд Фабричный.

Номер опор	17-31(Ф-2)	1-16(Ф-1)
Установленная мощность, кВт	2,59	2,89
Расчётный ток, А	3,9	4,4
Потеря напряжения, %	0,58	0,82

При передаче электроэнергии по проводам часть напряжения теряется на сопротивление проводов и в результате в конце линии, напряжение получается меньшим, чем в начале линии.

Понижение напряжения у потребителя по сравнению с нормальным сказывается на работе токоприемника, будь то силовая или осветительная нагрузка. Поэтому при расчете любой линии электропередачи отклонения напряжений не должны превышать допустимых норм, сети, выбранные по току нагрузки и рассчитанные на нагрев, как правило, проверяют по потере напряжения (таблица 6).

Таблица 6 – Методика расчёта потери напряжения в линии наружного освещения.

Наименование участка	P_u , кВт	K_c	$\cos f$	$Tg f$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , Квар	I_p , А
ПП1	5,48	1	0,85	0,62	5,48	1,61	6,45	9,81
Гр1	2,89	1	0,85	0,62	2,89	0,85	3,40	4,40
Гр2	2,59	1	0,85	0,62	2,59	0,76	3,05	3,94

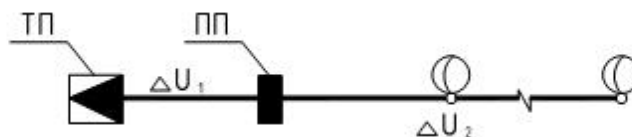


Рисунок 19 - Структурная схема расчета

ΔU_1 – потеря напряжения на участке от трансформаторной подстанции до питающего пункта;

ΔU_2 – потеря напряжения на участке от питающего пункта до последней лампы.

$$\Delta U_1 = \frac{aM_1}{F}$$

M_1 - момент нагрузки, кВт.км;

a – коэффициент, зависящий от системы тока и материала проводника;

F – сечение проводника, мм²;

Результаты расчётов по проектируемым участкам приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Расчёт потери напряжения в линиях наружного освещения

Проезд Фабричный

№ Гр.	Наименование участка	Марка проводника	Кол. фазных жил	сечение	Светильников п,шт.	Рр, кВт	L, м	M, кВт.км	dU %
1	ПП-Опора №18	АВБбШв – 4x35	3	35	-	2,89	32	92	0,06
2	ПП-Опора №18	АВБбШв – 4x35	3	35	-	2,59	32	83	0,05
1	Опора №18 – Опора №1	СИП-2 3x25+1x35	3	25	30	2,89	556	803	0,73
2	Опора №18 – Опора №31	СИП-2 3x25+1x35	3	25	29	2,59	449	581	0,53
	ИТОГО, макс								1,37

В четырёхпроводных сетях до 1000 В с глухозаземлённой нейтралью с целью обеспечения автоматического отключения повреждённого участка должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{ном. в}} \leq \frac{I_{\text{к. з}}}{3}$$

где $I_{\text{ном. в}}$ - номинальный ток теплового расцепителя автоматического выключателя, А;

$I_{\text{к. з.}}$ – минимальный ток однофазного к.з. в конце линии, А;

$$I_{\text{к. з.}} = \frac{U_{\phi}}{Z_n + \frac{Z_m}{3}}$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети, В;

Z_n – полное сопротивление силового трансформатора, Ом;

Z_m – полное сопротивление петли «фаза-ноль» линии до наиболее удалённой точки сети, Ом.

$$Z_n = Z * L$$

где L – длина самого удалённого участка, км;

Z – полное сопротивление петли «фаза-ноль» линии, Ом/км.

$$Z_n = Z * L = 2,94 * 0,556 = 1,63463$$

Длина наиболее удалённого участка $L = 0,556$ км

Общее сопротивление петли «фаза – ноль» проводника СИП-2 (3x25+1x35): $Z = 2,94$ Ом/км

Ток однофазного короткого замыкания в конце линии составит:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{Z_n} = \frac{230}{1,63464} = 140,7\text{А}$$

Номинальный ток теплового расцепителя автоматического выключателя в РУ-0,4 кВ ПП $I_{\text{н.р.}} = 10$ А

$$3 * 10 = 30\text{А} < I_{\text{кз}} = 140,7\text{А}$$

Защита линии от однофазного КЗ обеспечивается автоматическим выключателем.

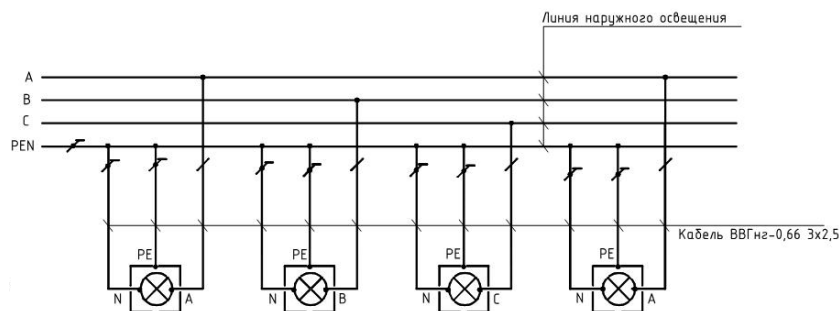


Рисунок 20 – Схема подключения светильников с совмещённым рабочим и защитным проводником (выполнить пофазное подключение светильников)

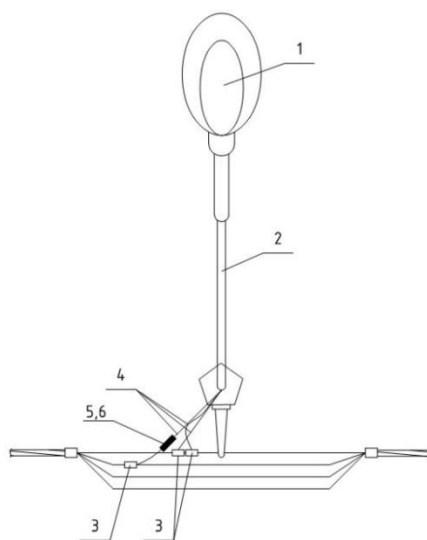


Рисунок 21 – Схема подключения светильника к линии наружного освещения

Таблица 8 – Расшифровка обозначений, указанных на рисунке 21

№ позиции	Наименование
1	Светильник
2	Кронштейн
3	Зажим ответвительный 34(3шт. на светильник)
4	Кабель с ПВХ изоляцией ВВГнг – LS 3х2,5
5	Корпус предохранителя PF-6 (1 шт. на светильник)
6	Предохранитель gG10 x 38 (1 шт. на светильник)

Вывод: были произведены расчёты электрической нагрузки освещения, разобрали схему подключения светильника и электрические нагрузки на заданном участке автомобильной дороги.

6 Технологические и конструктивные решения

Освещение автомобильной дороги проезд Фабричный (на участке автомобильной дороги от южного шоссе до улицы Коммунальная) города Тольятти.

Силовые опоры будут устанавливаться оцинкованными, фирмы СФГ нескольких видов:

- 1) СВГ-400-10,0-01-ц опора силовая фланцевая граненая с кронштейном и двумя светильниками 2x85Вт в количестве 9шт
- 2) СВГ-1000-10,0-01-ц опора силовая фланцевая граненая с кронштейном и двумя светильниками 2x85Вт в количестве 15шт
- 3) СФГ-1000-10,0-01-ц опора силовая фланцевая граненая с кронштейном и светильником на 85Вт в количестве 3шт
- 4) СФГ-1000-10,0-01-ц опора силовая фланцевая граненая с кронштейном и двумя светильниками 2x110Вт в количестве 4шт

Согласно инженерно-геологическим изысканием и конструктивным решением проектом предусматривается установка опор в пробуренные котлованы с заливкой бетоном марки В22,5, F300, W8 классифицирующийся как бетон для транспортного строительства, бетон который сохраняет свои свойства в солях и реагентах, использующихся зимой на автомобильных дорогах.

В геоморфологическом отношении описываемая трасса расположена на IV-ой надпойменной террасе р. Волги. Поверхность ее относительно ровная с небольшим уклоном на север.

Геолого-литологический разрез участка на глубину 7,0м сложен аллювиальным суглинком среднечетвертичного возраста, который с поверхности прикрыт насыпным грунтом. Насыпной грунт сложен черноземом, чернозем с примесью суглинка и включениями щебня. Мощность его 1,5м

Суглинок светло-бурого цвета, твердой консистенции, макропористый, просадочный, до глубины 0,6м с пятнами карбонатов, ниже – с пятнами

ожелезнения. Подстиляет насыпной грунт с глубины 1,5м.

В инженерно-геологическом разрезе выделено 2 элемента (ИГЭ):

- ИГЭ 1 -насыпной грунт
- ИГЭ 2 –суглинок твердый, просадочный

Нормативные и расчетные характеристики показателей физико-механических свойств грунтов по элементам даны в таблице 9:

Таблица 9 – Таблица нормативных и расчетных характеристик показателей физико-механических свойств грунтов.

Показатели	Ед. изм	ИГЭ 1 - насып. грунт	ИГЭ 2 - суглинок твердый, просадочный	
			Норм. знач	Расчетн. значен.
				a=0,85
Природная влажность	%	23,0	14,0	
Коэффициент водонасыщения	д. ед.	0,78	0,49	
Плотность грунта при природной влажности	г/см ³	1,86	1,78	1,76
Плотность грунта при водонасыщении	г/см ³		1,90	1,88
Плотность грунта в сухом состоянии	г/см ³	1,51	1,56	
Плотность частиц грунта	г/см ³	2,72	2,72	
Коэффициент пористости	д.ед.	0,80	0,74	
Влажность на границе текучести	%	35,0	25,0	
Влажность на границе пластичности	%	21,0	16,0	
Число пластичности	%	14,0	9,0	
Показатель текучести	д. ед.	0,14		
Модуль деформации при природной влаж. при водонасыщении	Мпа		19 13	19 13
Угол внутреннего трения	град.		22	21
Удельное сцепление	кПа		14	13

На каждую световую опору будет устанавливаться несколько

светодиодных светильников фирмой «Эфлайт» El-Led Street M3.3. Всего на участке автомобильной дороги проезда Фабричный г. Тольятти будет установлено 56 опор, на каждой из которых будет по несколько светильников, в сумме их будет составлять 61 светильник El-Led Street M3.3 Шаг между опорами будет составлять от 21 до 35 метров, из-за наличия коммуникаций и специфики местности.

Подключение освещения будет осуществляться от городской сети проводом СИП-2 3x25+1x25 до шкафа ЩУ (щит учета) для учета электроэнергии, дальше от щита учета он следует к шкафу наружного освещения (рисунок 22). Он будет располагаться на опоре №18, в нем осуществляется подключение и управление на два фидера. Первый фидер будет подключать с 1 по 16 опор на которой расположены светильники El-Led Street M3.3 установленной мощностью 2,89 кВт и расчетным током 4,4а, второй фидер будет включать в себя с 17 по 31 опору, на которой расположены светильники El-Led Street M3.3 с установленной мощностью 2,59кВт и расчетным током 3,9А.

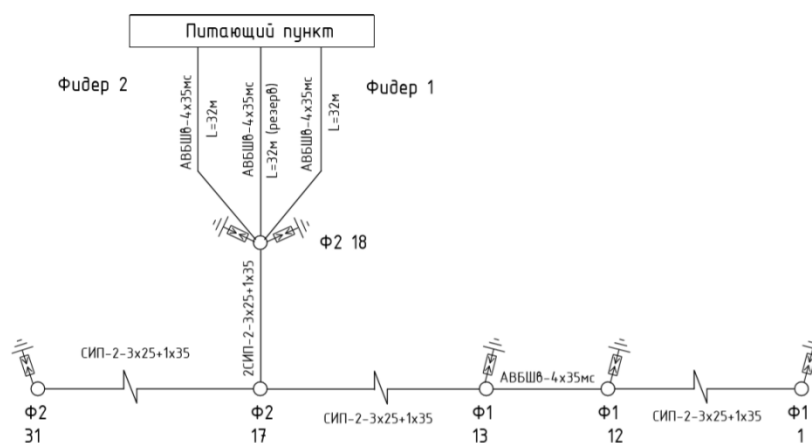


Рисунок 22 - Расчетная схема наружного освещения.

Вывод: в данной главе было выбрано четыре, наиболее подходящих для проекта, вида столбов, на которые будут установлены светильники фирмы Ef-light.

7 Освещение автомобильных дорог и улиц светодиодным светом в других странах

Во многих современных странах давно уже используют светодиодное освещение во всех случаях жизни, особенно, наблюдается это на автомобильных дорогах, с опасными участками, которые должны быть хорошо освещены в темное время суток для безопасной езды [27].

В зарубежных странах светодиодное освещение практикуется уже много лет, а в России это только зарождается, связано это с тем, что в Европе и Азии существует тенденция, из минимальных вложений нужно получить максимальную выгоду.

7.1 Реконструкция туннельного освещения в Италии

Туннельное освещение представляет собой самую главную роль освещения автомобильных дорог благодаря своим специфическим геоморфологическим и орографическим особенностям в Италии [28]. В 2018 году итальянская государственная дорожная компания ANAS запустила амбициозную программу по реконструкции систем освещения, более 700 туннельных светильников по всей Италии. Это проект, под названием Greenlight направлен на снижение потребления и улучшение управления системами освещения при минимальном воздействии работ. Устаревшие натриевые светильники высокого давления будут заменены современными светодиодными светильниками без изменения положения и количества существующих светильников. Проект предполагает расходы на сумму 155 миллионов евро и обеспечивает общий доход менее чем за семилетний период. Первая фаза проекта включает 147 светильников и продолжается до сих пор: 28 ГВтч (в среднем 55% от текущего потребления) будет ежегодно экономиться при инвестициях в 30 миллионов евро. Что еще более важно, экономические выгоды также оказывают непосредственное влияние на окружающую среду для граждан и уровень безопасности для участников дорожного движения - каждый год более 17 000 т CO₂-экв. и 230 ТДж от

сжигания ископаемого топлива будут спасены. Качество искусственного освещения внутри туннеля будет улучшено благодаря лучшей однородности и цветовой температуре светильников.

По мнению Европейской комиссии, повышение энергоэффективности - это широкий термин. Повышение энергоэффективности и энергосбережения являются двумя ключевыми целями. В государственном секторе более эффективное освещение может способствовать повышению экологической устойчивости нашего образа жизни [31]. В 2009 году 14% общего потребления электроэнергии в Европе приходилось на освещение, и более половины этого было на общественные помещения и нежилые помещения. В частности, более 70% существующих источников света основаны на устаревших технологиях, которые имеют низкие энергетические характеристики и для которых, существует лучшая альтернатива.

Общественное освещение составляет 2% от общей стоимости энергопотребления в Италии, однако как обновление технологий, так и процессы рационализации энергии могут способствовать достижению трех ключевых целей, поставленных ЕС в области климата и энергетики (то есть сокращение на 20% выбросы парниковых газов, 20% ЕС от возобновляемых источников энергии и 20% повышение энергоэффективности). Среди различных и важных функций общественного освещения - обеспечение безопасности движения и пешеходов. Чтобы обеспечить минимальные значения безопасного освещения на дорогах, были установлены специальные стандарты для определения минимальных уровней освещенности и освещенности в зависимости от освещаемой территории. В Европе обновленный стандарт CEN / TR 13201-1: 2014 о дорожном освещении предоставляет гораздо больший потенциал для динамического контроля, чем предыдущий стандарт CEN / TR 13201-1: 2004, что приводит к значительной экономии энергии. Затраты на освещение составляют до 25% от общего бюджета на управление дорожной сетью, поэтому при проектировании интеллектуальных систем общественного освещения должны приниматься

как показатели энергоэффективности, так и экологические критерии. В частности, меры безопасности для туннелей и их общего оборудования связаны с высоким энергопотреблением.

Цель освещения туннеля состоит в том, чтобы позволить транспортным средствам безопасно входить, проходить и выходить из закрытого участка. Эта цель подразумевает, что водители въезжают в туннель, не снижая скорости своего транспортного средства, и могут видеть неожиданные опасности на проезжей части и останавливаться при необходимости. В дневное время хорошее освещение избегает «эффекта черной дыры» (то есть уменьшения визуального восприятия водителями) при прохождении снаружи в туннель. Поэтому были приняты различные методы и технологии для снижения энергии освещения и затрат, особенно в автодорожных туннелях. В последнее время исследования были сосредоточены на использовании солнечного света для снижения потребления энергии и связанных с этим воздействий на окружающую среду.

В некоторых случаях можно использовать естественный свет на открытом участке дороги перед въездом в туннель (PTL). PTL - это ретикулярная структура, которая уменьшает яркость в зоне доступа. Натяжные конструкции на входе в туннель сдвигают зоны с наибольшим энергопотреблением; их эффективность зависит от геометрии и ориентации, широты и долготы туннеля. Строительство этих структур подразумевает значительные затраты на проектирование и строительство, но анализ затрат жизненного цикла показал их экономическое преимущество по сравнению с «нулевым вариантом». Беседки подразумевают меньшую экономию энергии и более простое обслуживание, чем натяжные конструкции. Введение солнечного света в туннель с помощью светодиодов или оптических волокон является еще одним вариантом для более устойчивых туннелей, но эту стратегию сложно использовать из-за относительного положения между матрицей солнечных лучей и светодиодов

В последнее время большой интерес к светодиодам привел к

появлению новых систем освещения в туннелях. Светодиод является наиболее эффективной из доступных технологий. Его основными характеристиками являются длительный срок службы, энергоэффективность, экологичность и отсутствие ультрафиолетового излучения.

Кроме того, светодиодное освещение производит мало инфракрасного света и почти не излучает ультрафиолетовое излучение, а также обеспечивает отличную цветопередачу. Эта технология была принята итальянской государственной дорожной компанией ANAS (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade) - Национальная автономная дорожная корпорация, для восстановления систем освещения в управляемых туннелях. В 2018 году он запустил проект Greenlight, в котором задействовано более 700 туннельных светильников, в которых будут заменены светодиодными светильниками.

Кроме того, проект направлен не только на снижение потребления и оптимизацию систем освещения туннелей, но и на повышение уровня безопасности. Действительно, новые светильники улучшают видимость и качество распространения искусственного освещения внутри туннеля. Это связано с более высоким индексом цветопередачи (CRI) светодиодов по сравнению с HPS. CRI - это мера способности источника света реалистично или естественно отображать цвета объекта: чем выше CRI, тем лучше восприятие цвета. Статистически светодиоды имеют значения CRI от 70 до 90 или более, в то время как HPS имеют значения CRI не выше 70. Дорожное освещение может использовать системы освещения, у которых CRI ниже 70, потому что цветопередача не является главной проблемой. Тем не менее, светодиоды предлагают значительные цветовые преимущества по сравнению с HPS, устраняя монохроматический черный цвет объектов, освещаемых натриевыми лампами. Таким образом, светодиоды позволяют дополнительно снизить потребление электроэнергии, используемой для освещения, в дополнение к их более длительному сроку службы (светодиодные устройства имеют гарантию до 11 лет непрерывной работы).

В общей сложности из 1900 туннелей, находящихся под управлением, в

проекте задействовано около 700 тоннелей на территории Италии. Greenlight был разделен на восемь географических зон и два этапа, общая стоимость которых оценивается в 155 миллионов евро.

Вся работа состоит из:

- замены старых и неэффективных систем освещения HPS более новыми и более эффективными светодиодными
- замены кабелей питания
- замены систем распределительных щитов в корпусах
- установки блоков управления и датчиков яркости.

Следовательно, нет изменений, замен или изменений существующего положения и количества светильников как во внутренней зоне, так и в зоне адаптации. Энергосберегающее оборудование и технологии были запланированы для того, чтобы контролировать системы и контролировать функциональность оборудования в течение срока его службы.

Поскольку в проект включены существующие туннели, во входные данные не вносились изменения, касающиеся скорости проектирования, расстояния метеорологической видимости, горизонтального освещения в зоне доступа и естественной яркости. Следовательно, тормозной путь и пороговая яркость остались прежними. Система освещения каждого туннеля состоит из одной постоянной и нескольких арматурных установок. Оптика встречного луча создает максимальный контраст между существующими объектами и дорогой, потому что светильники расположены над полосами движения.

Для каждого туннеля годовая экономия энергии составляет до 65% текущего годового потребления энергии, связанного с освещением; значение зависит от географических, транспортных и метеорологических условий. В настоящее время общее годовое потребление для освещения всех туннелей, управляемых НАНА, составляет около 220 ГВтч, из которых 51 ГВтч используется для туннелей, задействованных в фазе 1 Greenlight. Поэтому средняя экономия энергии составляет 55%: этот результат имеет как

экономические, так и экологические последствия.

Учитывая, что средняя итальянская цена на электроэнергию составляет 0,16 евро / кВтч, экономические результаты и экономия, полученные на первом этапе Greenlight, Кроме того, эта экономия имеет экологические последствия: были рассчитаны сэкономленные тонны нефтяного эквивалента (ОО). По данным Итальянского управления по энергетике и газу, коэффициент преобразования электрической энергии в первичную энергию составляет 0,187 ТЭП / МВтч, и это является эталонным значением, которое было принято для оценки эффективности мер по повышению энергоэффективности.

Принимая во внимание ожидаемые скидки на этапах тендера, НАНА оценила фактические инвестиции в 30 миллионов евро. Таким образом, экономические выгоды от экономии потребления электроэнергии обеспечивают точку безубыточности через 7 лет после восстановительных работ, когда проект вернет свои первоначальные инвестиции.

Проект Greenlight представляет собой большую работу со стороны итальянской государственной дорожной компании ANAS по восстановлению и совершенствованию систем освещения в своих туннелях. Инвестиции значительны, например, для восстановительных работ, заверенных в 2018 году, общая стоимость составила 6 миллионов евро, а в 2019 году работы на сумму 13,5 миллионов евро находятся в процессе или планируются.

Что касается стоимости, цены за единицу соответствуют ценам, действующим в настоящее время в Италии, цена каждого светильника колеблется между 395 евро для элементов со световым потоком менее 3000 лм и 1798 евро для элементов со световым потоком более 41 500 лм. Что касается компоновки систем освещения, количество и положение светодиодных светильников совпадают с количеством существующих светильников HPS. Таким образом, расстояние между светодиодами может быть меньше без ограничения необходимости замены HPS на одном и том же расстоянии и общего инициализации.

Эта инициатива состоит из двух этапов: первый будет стоить 45 миллионов евро, а второй - около 110 миллионов евро. До настоящего момента в первом этапе было задействовано 147 светильников: их новые системы освещения стоят 30 миллионов евро (объем выделенных ресурсов) и обеспечивают экономию энергии 28 ГВтч в год (в среднем 55% от текущего потребления). Экономия средств обеспечивает общий возврат менее чем за семь лет и оказывает непосредственное воздействие на окружающую среду. Согласно европейскому стандарту EN 15804, предотвращенные ежегодные выбросы парниковых газов составляют 17 000 т эквивалента CO₂, в то время как сэкономленные абиотические и ископаемые ресурсы составляют 19,3 кг Sb и 230 ТДж соответственно.

Таким образом, Италия потратив большую часть денег смогла

- 1) Улучшить качество освещения автомобильных дорог
- 2) Повысить экологию
- 3) Сократить в опасных участках автомобильных аварийные ситуации
- 4) Уменьшить потребление электроэнергии

7.2 Реконструкция автомобильных дорог в Великобритании

Как и многие страны, Великобритания начала внедрять технологию уличного освещения на светодиодах (LED), которая помогает снизить расходы на электроэнергию и сократить выбросы углерода [30].

Установка светодиодных фонарей началась в январе 2014 года и планирует заканчиваться в 2024 году. Постепенно будет заменены все уличные фонари на светодиодные блоки в течение этой 10-летней программы. Приоритет был отдан единицам, которые потребляют больше всего энергии. В 2014/15 году было завершено освещение большинство основных дорог, в частности кольцевая дорога Эйвон А4174.

Светодиоды имеют много преимуществ:

- они потребляют на 60% меньше энергии, чем старые устройства;
- они служат в четыре раза дольше старых устройств и дешевле и проще в

обслуживании;

- ими легче управлять, что позволяет уменьшить яркость в выбранные моменты времени для максимальной энергоэффективности;
- они уменьшают световое загрязнение, потому что их луч более эффективно фокусируется на дорогах и тропинках, а не на частной земле;

Ниже приведены ответы на часто задаваемые вопросы о светодиодных лампах.

Сколько это будет стоить и сколько это сэкономит?

Это проект «Инвестирование в экономию», который рассчитан на то, чтобы окупить себя со временем, а затем обеспечить постоянную экономию для света. Общая стоимость замены всех устройств на светодиоды составляет около 14 миллионов фунтов стерлингов. В настоящее время свет экономит примерно 1 миллион фунтов стерлингов в год благодаря программе замены светодиодов.

В среднем освещение окупится в течение приблизительно восьми лет после установки. Светодиодные блоки служат намного дольше, чем натриевые лампы и поэтому требуют меньшего обслуживания.

Как это поможет выбросам углерода в Южном Глостершире?

Светодиодные светильники потребляют на 60% меньше энергии, и при полном их внедрении наши выбросы углерода, связанные с уличным освещением, сократятся примерно на 60% - примерно до 4 800 тонн в год.

Технология фокусировки светодиодов гарантирует, что большая часть светового потока будет эффективно направлена на землю, уменьшая количество, которое «рассеивается» в стороны. Это может сделать его темнее за пределами освещенных участков.

Между источниками света имеются более темные области - технология фокусировки светодиодов гарантирует, что большая часть выходного сигнала будет наиболее эффективно направлена на землю, уменьшая количество, которое "рассеивается" по сторонам. Это сделает его темнее за пределами освещенных участков.

Световое загрязнение значительно меньше - меньше света попадает в небо и в сады, что означает, что подъездные пути и двери не освещаются.

Как правило, мы будем повторно использовать все столбцы, если их не потребуется заменить в рамках нашей программы планового технического обслуживания. Однако на некоторых участках могут потребоваться дополнительные единицы, чтобы покрыть чрезмерное расстояние между столбами.

Новые жилые проекты и схемы, которые были одобрены в соответствии с предыдущей политикой, будут рассматриваться на предмет изменения только после того, как застройка будет принята.

7.3 Реконструкция освещения в стране США

В рамках общегородских усилий город заменил примерно 100 000 существующих уличных светильников на энергосберегающие светодиодные (LED). Новые светильники оснащены 2700 кельвинскими светодиодами, новым городским стандартом Кельвина для уличного освещения. Со временем инициатива полного преобразования светодиодных уличных фонарей фактически сэкономит деньги и позволит городу сократить потребление электроэнергии уличными фонарями до 53 процентов. По оценкам города, благодаря переводу примерно 100 000 уличных фонарей в светодиодные, это позволит сэкономить примерно 3,5 млн. долларов США в год. Светодиодные уличные фонари также позволяют сэкономить на обслуживании и имеют десятилетнюю гарантию.

Город начал тестировать светодиодные энергоэффективные уличные фонари ещё в 2007 году в различных местах. После многолетних испытаний в 2013 году городские власти приняли светодиодную технологию в качестве нового стандарта для всех общественных дорожных светильников [29]. В 2015 году город приступил к разработке планов общегородских усилий по преобразованию всех уличных фонарей в светодиодные и начал процесс общественного участия. В 2016 году Совет пересмотрел стандартный

городской уровень кельвина для уличных фонарей с 4000 до 2700 кельвинов, что считается «более теплой» цветовой температурой для светодиодных светильников. Цветовая температура лампочки помогает определить, как будет выглядеть и ощущаться производимый свет. Цветовая температура лампочки измеряется в градусах Кельвина по шкале от 1000 до 10000. Пересмотр был основан на обширном вкладе сообщества, потенциальные экологические проблемы, технические стандарты освещения и прогнозируемая экономия энергии. Новые 2700 светодиодов Кельвина могут выглядеть ярче у источника, однако, они не увеличивают измеримые уровни освещения на улице по сравнению с уровнями, производимыми натриевыми светильниками высокого давления, которые в настоящее время установлены.

Вывод: были рассмотрены вопросы, с выполнением проектов автомобильных участков дорог со светодиодным освещением в других странах, опыт их эксплуатации и тенденции в развитии участков дорог с перспективными источниками искусственного освещения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что к оборудованию, как автомобильных дорог, так и пешеходных дорожек, искусственным освещением необходимо подходить с особенной ответственностью. Жизнь и здоровье участников дорожного движения напрямую зависит от соблюдения всех норм освещенности.

Поэтому необходимо придерживаться действующих ГОСТов, СНИПов, которые регламентируют освещение автодорог разного предназначения. Только при комплексном соблюдении всех правил и нюансов, можно добиться минимизации происшествий на дорогах.

В процессе выполнения работы был составлен проект по оборудованию искусственным освещением дороги по адресу город Тольятти, Автозаводский район проезд Фабричный. На данном участке автомобильной дороги мы установили 9 опор СВГ-400-10,0-01-ц и 22 опоры СВГ-1000-10,0-01-ц на которых находятся светодиодные светильники модели El-Led Street M3.3, что предоставило нам качественное освещение автомобильной дороги ,а также позволит многократно сэкономить на энергопотреблении светильников и замены их.

По статистике в Самарской области за 2019 год произошло 3726 дорожно-транспортных происшествий, в которых 298 человек погибли и 4890 получили ранения. Большинство аварий произошли именно в темное время суток на неосвещенных участках.

Так же следует заметить, что в темное время суток происходит множество грабежей и нападений, исходя из этого, мы можем предположить, что освещение дорог и тротуаров необходимо для безопасного передвижения людей.

Таким образом, мы достигли поставленной цели проекта и добились выполнения установленных норм ГОСТ и СНИПов искусственного освещения на автомобильной дороге Автозаводского района г. Тольятти.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 33176-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования.;
2. ГОСТ Р 54401-2011 Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон дорожный литой горячий. Технические требования;
3. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний;
4. ГОСТ Р МЭК 60598-2-3-99 Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 3. Светильники для освещения улиц и дорог;
5. ГОСТ 26824-2010 Здания и сооружения. Методы измерения яркости;
6. ГОСТ Р 54944-2012 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности;
7. ГОСТ Р 55707-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы измерений нормируемых параметров;
8. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
9. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89;
10. Повышение энергетической эффективности систем освещения в секторах потребления и электротехнических комплексах России: диссертация кандидата технических наук: 05.09.03 / Малафеев Олег Юрьевич - Нижний Новгород, 2017. – 170 с.;
11. Гальперин М. В. Электротехника и электроника / М.В. Гальперин. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. – 480 с.;
12. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. – 480 с.;
13. Козлов В. А. Билик Н. И. Файбисович Д. Л. Справочник по

проектированию систем электроснабжения городов. Санкт-Петербург: Энергия, 2013. – 271 с.;

14. Вахнина В.В. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учеб.-метод. пособие для практических занятий и курсового проектирования / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007. – 54с.;

15. Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник / Б.И. Кудрин. - РнД: Феникс, 2018. – 382 с.;

16. Куско А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии / А. Куско, М. Томпсон. - М.: Додэка XXI, 2011. – – 336 с.;

17. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - Москва: Форум, 2014.;

18. Афанасьев В.Б., Гальчина Н.А., Коган Л.М., Рассохин И.Т. Светодиодные осветительные и светосигнальные приборы с увеличенным световым потоком // Светотехника, 2004. №6. С.52 – 56.;

19. Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение: практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2014. – 317 с.;

20. Шашлов А. Б. Основы светотехники. Учебник / А.Б. Шашлов. - М.: Логос, 2015. – 272 с.;

21. Гвоздев С.М. Энергоэффективное электрическое освещение. Учебное пособие / С.М. Гвоздев Д.И. Панфилов Т.К. Романова М.: Издательский дом МЭИ, 2013.;

22. Построение систем передачи информации по проводам питающей сети / В.И. Константинов, Е.В. Вставская, Т.А. Барбасова, Костарев Е.В. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. -

Вып. 14, №23 (240). С. 60– 65.;

23. Гурьев А.В. «Системы автоматизированного управления наружным освещением», Гурьев А.В., Букварев Е.А., Нижегородский государственный технический университет, информация компании ООО "НПО "МИР".;

24. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 214 с.;

25. Справочная книга по светотехнике/Под ред. Ю.Б.Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.;

26. Соколов Б.А. Монтаж электрических установок/ Б.А. Соколов Н.Б. Соколова. М.: Энергоатомиздат. 2012.;

27. Gaty L.R. Calculation of short circuit current / L.R. Gaty // Journal of IEEE. – 2014. – Vol. 74. – No. 2. – Pp. 200 – 205.;

28. Wang B.C. Power supply / B.C. Wang // Power Systems, IEEE Transactions on. – 2014. – Pp. 350 – 357.;

29. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). Recommended Practice RP-8-00 Roadway Lighting . New York: IESNA, 2005.;

30. Japan Road Association (JRA). Road Lighting Installation Standard 2007. Tokyo : Japan Road Association, 2007.;

31. Bacelar A. The influence of dimming of road lighting on the visibility of drivers . Journal of Light and Visual Environment 2005.;

32. Каталог продукции «EFLIGHT» , светодиодный светильник E1-Led Street M3.3 [Электронный ресурс] : <http://ef-light.com/> (дата обращения 06.05.2020);

33. Статистика аварийности на дорогах в Самарской области [Электронный ресурс] : <https://гибдд.пф/р/63/divisions/653> (дата обращения 06.05.2020).