



## АННОТАЦИЯ

Тема данной бакалаврской работы: «Реконструкция электроснабжения Центрального парка г.о. Тольятти».

Цель выпускной квалификационной работы - разработка проекта реконструкции системы уличного освещения Центрального парка г.о. Тольятти.

Для реализации поставленной цели, были проанализированы особенности городского парка, потребляемая мощность выполнен светотехнический расчет и технико-экономический расчет. Также было выбрано парковое освещение и был подобран подземный кабель, для питания паркового электрооборудования.

В работе представлены результаты экспериментальных замеров уровня освещенности на аллеях парка при помощи люксметра и сравнение полученных данных с нормированными значениями.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы.

Во введении описывается актуальность проводимого исследования, формулируется цель и ставятся задачи, которые необходимо решить.

В первой главе рассматривается процесс реконструкции, общая характеристика электрических светильников и способы их применения.

Во второй главе рассматривается процесс выбора освещения системы по качеству электроэнергии и подготовка исходных данных.

В третьей главе рассматривается процесс реализации и технико-экономический расчет.

Данная работа состоит из пояснительной записки объемом 49 страниц, включающая в себя текстовую часть, 14 таблиц, 13 рисунков, и графического материала на 6 чертежах формата А1.

## **ABSTRACT**

The topic of the given graduation work is "Reconstruction of the power supply at the Togliatti Central Park".

The aim of the work is to develop a project for the reconstruction of the street lighting system at the Togliatti Central Park.

To achieve this goal, the features of the city Park and the power consumption were analyzed, technical and economic as well as lighting calculation was performed. In addition, the Park lighting was chosen and an underground cable to power the Park electrical equipment was selected.

The results of the experiment using a luxmeter and a comparison of the data with the specified values are presented in the graduation work.

The graduation work consists of an introduction, three parts, the conclusion and the list of references.

The introduction describes the relevance of the study, the purpose and the tasks to be solved.

The first part discusses the process of the reconstruction, the common characteristics of electric lamps and their usage.

The second part discusses the process of choosing the lighting system for the electric power quality and the initial data preparation.

The third part discusses the implementation process and technical and economic calculation.

The graduation work consists of 49 pages, including 13 figures, 14 tables, the list of 6 foreign references and the graphic part on 6 A1 sheets.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Реконструкция электрических сетей.....	7
1.1 Разработка плана реконструкции Центрального парка.....	7
1.2 Характеристика электрических светильников .....	8
1.3 Способы использования освещения .....	9
2 Общее положение по выбору приборов освещения и световых опор.....	11
2.1 Классификация уличного освещения.....	12
2.2 Силовые опоры освещения.....	18
2.3 Качество электроэнергии.....	21
2.4 Анализ и экспериментальная часть .....	23
3 Реализация проекта по реконструкции наружного освещения .....	28
3.1 Выбор паркового освещения.....	28
3.2 Выбор схемы питания.....	38
3.3 Выбор аппаратов защиты .....	42
3.4 Монтаж кабеля.....	44
3.5 Технико - экономический расчет.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	49

## ВВЕДЕНИЕ

Городские парки и скверы – это своего рода зеленые оазисы жизни в черте пыльного города. Бурлящая городская жизнь должна продолжаться не только в дневное время суток при солнечном свете, но также в вечернее и ночное. Современные культурные места отдыха для городского населения немыслимы без электроснабжения. Это одна из важнейших задач инженерного благоустройства. Вечер в парке – время, предназначенное для отдыха и семейного досуга.

Реконструкция - это процесс, направленный на изменение текущих параметров системы.

Реконструкция системы уличного освещения подразумевает собой повышение комфорта и безопасности пребывания населения в парке в темное время суток, а также повышение эффективности системы уличного освещения. Реконструкция включает в себя как замену установленных в настоящее время светильников, так и установку новых, а также прокладку новых инженерных сетей и коммуникаций, что позволит повысить эффективность работы системы освещения.

Со временем система электроснабжения в процессе эксплуатации испытывает, помимо износа и старения, как правило, ряд изменений ради необходимости адаптации к изменениям электроснабжения объекта. Таким образом, и качественно, и существенно реальная система перестает соответствовать своему первоначальному замыслу, то есть своему законному состоянию. Под сомнение ставится надежность электроснабжения, а зачастую и самого объекта.

В таких ситуациях, выход заключается в реконструкции или полной замене системы электроснабжения. В обоих случаях работы должны начинаться с пересмотра существующего технического проекта или разработки совершенно нового, удовлетворяющего всем современным требованиям и нормам проекта.

Разработка и реализация проекта по реконструкции существующей системы уличного освещения Центрального парка потребует немалое финансирование, а собственных средств на нужды модернизации городского объекта, как правило, недостаточно. В то же время с ежегодным ростом тарифов, городское управление пренебрегает средствами, не заикливая свое внимание на реальной проблеме. От чего городское население недоволено, а культурно - досуговые места становятся прибежищем для лиц низшего класса населения.

Цель выпускной квалифицированной работы – разработка проекта реконструкции системы уличного освещения Центрального парка г.о. Тольятти.

Потребность в реконструкции связана с невыполнением требований, предъявляемым к качеству электроснабжения, а также безопасности и чувства комфорта городского населения. Речь идет о добротном световом освещении объектов парка: подсветке деревьев, фонтанов, детских площадок, памятников культуры, торговых павильонов, прогулочных дорожек, беседок, аллей и прочих деталей.

## **1 Реконструкция электрических сетей**

### **1.1 Разработка плана реконструкции Центрального парка**

Процесс реконструкции, как правило, может быть разбит на несколько процессов:

- Планирование;
- Инжиниринг;
- Ремонт несущих конструкций;
- Реализация;
- Завершение.

Технология оказала существенное влияние на процесс реконструкции, повысив значимость и прочность этапа планирования.

Выпускная квалификационная включает в себя два первых этапа – планирование и инжиниринг.

На первом этапе планирования, необходимо провести комплексный анализ и обследование объекта выпускной квалификационной работы – Центрального парка г.о. Тольятти. При выполнении обследования, предлагается выполнить замеры текущей освещенности, классифицировать установленные в настоящее время светильники и обозначить пути повышения эффективности системы уличного освещения Центрального парка г.о. Тольятти.

На втором этапе предлагается выполнить комплекс проектных расчетов для выбора оптимальной структуры и состава системы уличного освещения Центрального парка. Предлагается выбрать наиболее оптимальные источники света для уличного освещения, определить места их установки, а также выбрать трассы кабельных линий и способы их прокладки. Так же на этапе инжиниринга планируется выполнить экономическую оценку затрат на оборудование системы уличного освещения Центрального парка г.о. Тольятти.

Основное направление реконструкции системы электроснабжения Центрального парка г.о. Тольятти будет направлено на реконструкцию системы освещения, с заменой питающих кабелей системы освещения и светильников уличного освещения. Предлагается выполнить комплексный проект реконструкции системы освещения с заменой существующих светильников. Это позволит не только увеличить привлекательность парка для жителей, но и привлечет новых арендаторов, что позволит повысить и эффективность парка.

## **1.2 Характеристика электрических светильников**

Электрический светильник - это устройство, которое производит видимый свет от электрического тока. Это наиболее распространенная форма искусственного освещения и имеет важное значение для современного общества, обеспечивая внутреннее освещение зданий и наружное освещение для вечерних и ночных мероприятий.

Электрические светильники классифицируются:

- По светотехническим функциям;
- По условиям эксплуатации;
- По светораспределению;
- По типу лампы;
- По степени защиты;
- По форме фотометрического тела.

В прошлом потребители использовали мощность для оценки яркости лампы. Однако, ваттность не самый точный индикатор яркости лампы.

Мощность - это мера количества потребляемой энергии. Выходной сигнал, на другой стороны, это мера светового потока, или проще говоря, яркость лампы. Она измеряется в люменах. При выборе осветительного оборудования, следует помнить о том, что, чем больше люменов, тем больше света. Наименее затратная потребляемая мощность возникает при использовании светодиодных ламп. К примеру 2-3 Вт приурочены к 250 Лм.



Индекс цветопередачи CRI, измеряет, насколько хорошо данный источник света будет отображать цвет. Ученые оценивают это, используя 8 эталонных цветов и сравнивая, как эти же цвета отображаются в двух справочных источниках: лампа накаливания (для лампы теплого цвета) и дневной свет (для ламп холодного цвета).

Люкс - внесистемная единица освещенности, измерение светового потока на единицу площади. Он равен одному люмену на квадратный метр. В фотометрии это используется как мера интенсивности, воспринимаемой человеческим глазом, света, который попадает или проходит через поверхность.

Люмен - единица светового потока или количество света, выходящее наружу через один стерадиан (единица твердого угла, часть объема пространства, освещаемого источником света) от однородного точечного источника, имеющего интенсивность одного Кандела. Люмен используется в расчетах, касающихся искусственного освещения.

Кандела - является базовым измерением для описания интенсивности света. Он говорит о том, насколько ярким является источник света, который показывает, как далеко от объекта человек может находиться и в то же время видеть его.

Общее количество искусственного света (особенно от уличного света) достаточно для того, чтобы города были легко видны ночью с воздуха и из космоса.

### **1.3 Способы использования освещения**

По мере того как день превращается в сумерки, а сумерки в ночь, тщательно расположенное освещение обеспечит теплую атмосферу, достаток света, безопасность вдоль темных путей.

Ландшафтный дизайн: Деревья, освещенные маленькими белыми «пчелиными» огнями, стали популярным зрелищем о многих городах даже вне праздничного сезона, возможно, потому, они придают волшебное чувство и привлекают внимание к улицам и общественным местам.

Транзитные остановки: Люди чувствуют себя в большей безопасности, когда автобусные, железнодорожные или троллейбусные остановки хорошо освещены.

Входы: Тщательное вечернее освещение вокруг входов в здания - особенно в подъездах жилых домов - способствует безопасности района, даже больше, чем беспорядочное использование яркого освещения, которое не сфокусировано на областях использования.

Края: Окраины парка - особенно ворота, заборы и деревья, видимые с соседней улицы - должны быть освещены, чтобы помочь определить их окраинное пространство. Здания, расположенные по краям парка, также могут иметь освещение, что привлекает внимание к объекту за пределами парка.

Витрины для розничной торговли: Освещение витрин для розничной торговли, даже когда магазины закрыты в темное время суток, не только обеспечивает рассеянный свет на улице, но и подсвечивает продаваемый ассортимент. Эта тактика может помочь увеличить количество людей на улице, что является основным фактором безопасности.

Архитектурные детали: Освещение входов, арок, карнизов, колонн. Может привлечь внимание к уникальности здания, места или района.

Обозначения: Хорошо освещенные карты, наряду с указателями направлений и информацией, необходимы для ориентирования ночью.

Достопримечательности: Освещенные скульптуры, фонтаны, мосты, башни и другие основные элементы в районе, особенно те, которые видны проезжающим мимо пешеходам и транспортным средствам, обеспечивают еще одну форму поиска маршрута.

Как устройство для уличного движения: Разница между пешеходной улицей и хорошо освещенной автомагистралью автоматически сигнализирует водителям о том, что они вошли в новую или другую зону, что вынуждает их снижать скорость движения.

## **2 Общее положение по выбору приборов освещения и световых опор**

Уличный свет - это люминесцентная система освещения, которая используется на дорогах, улицах и площадях. Он обычно начинает светить ночью или в темноте, и выходит после рассвета.

Основная функция уличного фонаря - освещение, его также можно приложить к художественному произведению, ориентиру, указателю. Уличные светильники используются на улице, поэтому они должны быть водонепроницаемыми и пылезащищенными.

Сегодня уличное освещение обычно использует высокоинтенсивные разрядные лампы, часто натриевые лампы высокого давления HPS (High-Pressure Sodium Lamp), обеспечивающие наибольшее количество фотопического освещения для наименьшего потребления электроэнергии.

Качественный свет является важным и часто недооцененным инструментом в развитии общества. Без света, к примеру, развитие сельских районов затруднено, поскольку люди проводят ночи "в темноте" и не могут заниматься многими видами вечерней деятельности, которые в развитых странах воспринимаются как само собой разумеющееся.

Недостаток естественного света в ночное время всегда был проблемой для всех. От основного неудобства, что люди не видят, куда они идут, больше шансов быть атакованными или ограбленными в течение ночи. Поскольку проблема существовала с тех пор, как люди начали жить вместе, история уличного света, возможно, длиннее, чем мы думаем.

Есть несколько общих категорий освещения - каждая требует различных типов света и, различных типов ламп (также называемых светильниками). Освещение можно разделить на 3 основные категории, в целом характеризуется количеством света:

- Измерение светового потока;

- Яркость света на данной поверхности измеряется в люменах на квадратный метр (или люкс);
- Тип освещения.

Подавляющее большинство систем электроснабжения имеют переменный ток. В СССР номинальные напряжения для таких систем были стандартизированы следующим образом: 12, 24, 36, 48, 60, 127, 220, 380, и 660 вольт (V) и 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, и 750 кВ.

В данной работе напряжение будет принято в 220 В.

## 2.1 Классификация уличного освещения

Многие лампы имеют светочувствительные фотоэлементы, которые активируются автоматически, когда свет необходим или не нужен: сумерки, рассвет или наступление темной погоды. Эта функция в старых системах освещения могла бы быть выполнена с помощью солнечного циферблата. Многие системы уличного освещения подключаются под землей вместо проводки от одного столба к другому. Схемы уличных светильников представлены на Рисунке 1.

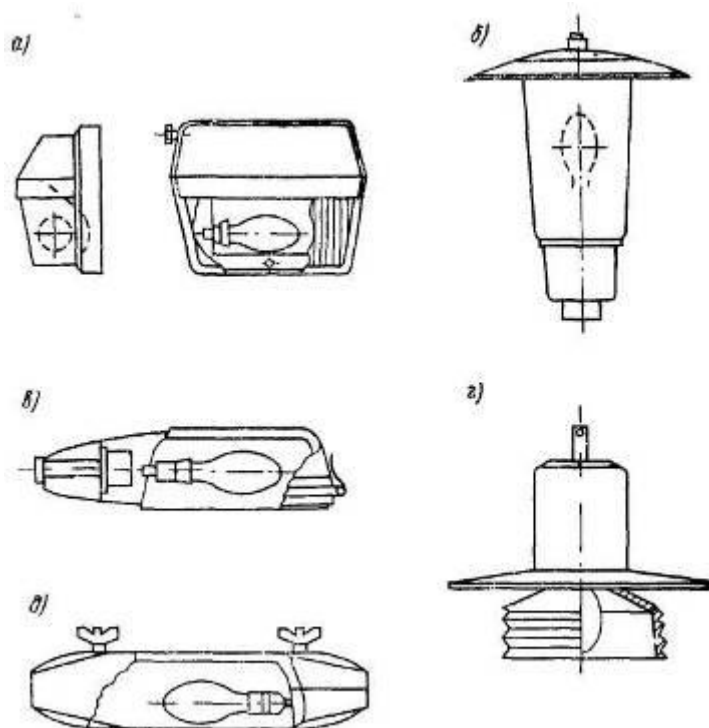


Рисунок 1 – Схемы уличных светильников

А - РБУ, б – СВР, в – РКУ, г - СППР, д – РСУ

Дуговые фонари имели два основных недостатка. Во-первых, они излучают интенсивный и резкий свет, который, хотя и полезен на промышленных объектах, таких как башни, неудобен на обычных городских улицах. Во-вторых, они интенсивны в обслуживании, так как углеродные электроды быстро сгорают. С развитием дешевых, надежных и ярких ламп накаливания в конце 19 века дуговые светильники вышли из использования для уличного освещения, но оставались в промышленном использовании дольше.

Они также широко использовались в кино и на сцене. Дуговые лампы используют большой ток между двумя электродами (обычно углеродные стержни) и требуют значительного обслуживания. Дуговые светильники главным образом были использованы где высокий свет люмена был необходим как маяки. На сегодняшний день очень мало открытых дуговых светильников в деятельности.

Лампы накаливания использовались в основном для уличного освещения до появления высокоинтенсивных газоразрядных ламп. Кроме того, до изобретения фотоэлектрических элементов управления один переключатель мог управлять всеми огнями во всем районе. Безусловно, наиболее признанным типом освещения является лампа накаливания с использованием вольфрамовой нити накала. Это были первые электрические фонари малой мощности в городах по всему миру.

Стандартные лампы накаливания очень часто используются в светофорах, хотя все чаще заменяются светодиодами.

Но из-за относительно короткого срока службы, они практически не используются в уличном освещении.

Во избежание того, чтобы вся система не потемнела, если один фонарь сгорел, каждый уличный фонарь был оснащен устройством, которое гарантировало, что цепь останется неповрежденной. Ранние серии уличных фонарей были оснащены изолирующими трансформаторами. Это позволит

току проходить через трансформатор независимо от того, работает лампочка или нет.

Газовые лампы, такие как лампы давления, сжигают газовое топливо на мантии. Газовые фонари не следует устанавливать без присмотра, поскольку существует определенная опасность возгорания или взрыва, если пламя случайно погаснет при включенном газоснабжении. Применяется в основном при рыбалке, охоте. Не пригодно для уличного освещения.

Люминесцентная лампа - является газоразрядной лампой низкого давления ртутного пара, которая использует флуоресценцию для получения видимого света. Стеклоанная оболочка покрыта смесью люминофоров, которые возбуждаются ультрафиолетовым светом и излучают видимый свет. Люминесцентные лампы намного эффективнее ламп накаливания, и за короткое время стали популярными в уличном освещении как из-за эффективности, так и из-за новизны. Люминесцентные лампы быстро вышли из моды для освещения главной улицы, но остались популярными для парковки и освещения снаружи зданий для придорожных учреждений.

Существует еще один вид уличных фонарей – металлогалогенные в основном они освещают дороги и автостоянки. Галогенид металла популярен и может быть найден в школах, больницах и офисных зданиях. В отличие от старых ртутных ламп, галогенид металла излучает настоящий белый свет. Он не так популярен, как его натриевые аналоги, так как он новее и менее эффективен, чем натрий.

Светоизлучающий диод (Сид) фактически заменял и лампы накаливания, и случайную люминесцентную лампу в управлении движением и использовании знака пересечения. Они быстро превращаются в выходе света, переводе цвета, эффективности, и надежности. Стоимость светодиодного освещения по-прежнему высока по сравнению с лампой накаливания или дуговым разрядом, используемой для той же цели, но стоимость быстро снижается. Даже с высокой ценой, рост эффективности и увеличенная продолжительность жизни делают их очень привлекательной

для пользы уличного освещения. Снижение затрат на электроэнергию и техническое обслуживание во многих случаях может компенсировать увеличение стоимости лампы.

Одни из наиболее распространенных ламп для уличного освещения – это ртутные. В 1948 году была разработана первая регулярная сборка уличных фонарей ртутного пара (MV). Он считался значительным улучшением по сравнению с лампами накаливания и сиял намного ярче, чем лампы накаливания или флуоресцентные лампы. Поначалу люди их не любили, потому что в их голубовато-зеленом свете люди выглядели так, будто из них высосали всю кровь. Другие недостатки заключаются в том, что значительная часть их светового потока ультрафиолета, они “обесцениваются”; то есть с возрастом они становятся все более и более тусклыми, используя одинаковое количество энергии.

Керамические разрядные металлогалогенные лампы обещали стать следующим шагом в уличном освещении, заменив старые ртутные пары и натриевые лампы высокого давления, особенно там, где желался более четкий индекс цветопередачи CRI (90) и сохранение светлого цвета. Лампы CDM дают в пять раз больше света, чем сопоставимые вольфрамовые лампы накаливания (80-117 лм/Вт). Нашли свое применение на наружных конструкциях, освещении спортивных площадок, сооружений, витрин в магазинах и т.д.

Еще один из вариантов уличного освещения это лампа – долгожитель – индукции. Лампа индукции отличается весьма длинной жизнью лампы (100 000 часами), эффективностью энергии, индексом перевода высокого цвета, и цветовой температурой близко к раскаленным добела свету. Индукционные светильники являются относительно новыми для рынка. Индукционные лампы используют радиочастоту или микроволны для создания индуцированных электрических полей, которые в свою очередь возбуждают газы излучают свет. Света индукции имеют быстрый запуск и работают на максимальной эффективности. Жизнь индукционных (также известных как

электрод менее люминесцентных) ламп отрицательно влияет на тепло, в частности, когда температура превышает 35°C. Нашли применение в спектрометрии.

Около 1970 года был изобретен новый уличный фонарь: свет системы высокого давления (HPS). Они стали распространены в конце 1980-х. Первоначально он не нравился большинству жителей из-за его оранжевого свечения, но с тех пор натриевый фонарь стал доминирующим типом на американских дорогах, и большинство людей привыкли к оранжево-желтому свечению. Это, безусловно, самый эффективный источник света. Цветные натриевые лампы существуют, но стоят дорого. Эти "исправленные цветом" светильники HPS имеют более низкую жизнь и более-менее эффективны. Существует два типа уличных фонарей с натриевым паром: высокого давления (HPS) и низкого давления (LPS). Из двух, HPS является более часто используемым типом, и он встречается во многих новых светильниках уличного освещения. Иногда старые (до 1970 года) светильники могут быть модернизированы для использования HPS-огней. Света LPS даже более эффективны чем HPS, но производят только одиночную длину волны желтого света. Сегодня уличное освещение обычно использует высокоинтенсивные разрядные лампы. Натриевые лампы низкого давления стали обычным явлением за их низкое энергопотребление и длительный срок службы.

Схемы капиталовложений являются способом модернизации и замены местных органов власти осветительных приборов, срок службы которых истек. Это может быть схема замены фонаря или полное обновление колонны для всей улицы, включая компьютерную перестройку уровней освещения в соответствии с текущими британскими и европейскими стандартами. 5 типов отличительных индикаторов уличных фонарей представлены в Таблице 1.



Таблица 1 – Отличительные индикаторы уличных фонарей

Классификация по высоте уличного фонаря:				
Высокий уличный свет (15~40 м)	Средний уличный свет (12~15 м)	Дорожная лампа (6~12 м)	Уличный садовый фонарь (2.5~5 м)	Светильник лужайки (0.6~0.8 м)
Материал столба светильника				
Из оцинкованной стали	Гальванизированный стальной		Из нержавеющей стали	
Сортировка по источнику света				
Натриевый уличный фонарь	Светодиодный уличный светильник	Энергосберегающий уличный свет	Ксеноновая лампа	Неполярный уличный свет
Классификация по форме				
Китайский уличный фонарь	Антикварный уличный фонарь	Ландшафтный светильник	Одинарный уличный фонарь	Двойной уличный фонарь
Классификация на основании метода СИЕ (фр. Commission internationale de l'éclairage)				
Проекция Света: показывает, что свет испущенный люминером распространен вертикально вдоль дороги. Он разделен на короткие, средние и длинные проекционные уличные фонари.	Расширение Света: показывает степень, в которой свет, излучаемый светильником распространяется горизонтально через дорогу. Она включает узкие, нормальные, широкие светильники.		Управление освещением: показывает степень, в которой люминер контролирует блики.	

--	--	--

## **2.2 Силовые опоры освещения**

В то время как полноразмерные открытые фонарные столбы предлагают много света в одном месте, миниатюрные фонари, как правило, преследуют несколько иную цель. Более короткие напольные декоративные столбы светильника можно поместить вдоль тропинки для того чтобы направить посетителей по мере того как они идут, или их можно использовать как световой акцент когда они помещены около значимых архитектурных сооружений, таких как памятники. Хотя большинство наружных фонарных столбов могут показаться старомодными, эпоха масляных или газовых ламп давно прошла, и большинство типов теперь используют технологию, которая считается довольно современной. Например, некоторые фонарные столбы используют солнечную энергию для создания света, используя солнечные лучи в течение дня, чтобы питать лампочку ночью. Другой способ сэкономить деньги на счете за электричество - использовать светодиодные лампы в наружных фонарных столбах.

Существует множество материалов из которых изготавливают фонарные столбы. Одни из которых: сталь, медь, чугун, железобетон, пластиковые изделия и алюминий. Предпочтение отдаются алюминию, в виду его ряда преимуществ:

- Легкость конструкции;
- Длительный срок службы (более 30 лет);

- Лаконичный вид исполнения;
- Огнеупорность;
- Высокий диапазон рабочих температур;
- Износостойкость;
- Простота в монтаже.

По стандартам их высота варьируется от 3 до 13 м. Для паркового освещения целесообразным будет применение алюминиевых опор высотой 4 - 4,5 м и диаметром окончания 60-76 мм. Такие опоры оснащены одним или несколькими венчающими светильниками, закрепленные на оголовнике типа WA.

Алюминий широко распространен в промышленной индустрии для того, чтобы производить миллионы различных продуктов и очень важен в мировой экономике.

Применение нашли в дорожном строительстве и ландшафтном дизайне для организации освещения автомобильных дорог, жилых районов и парков, для создания электрических и телефонных линий, а также для установки дорожных знаков, рекламных щитов, в качестве опоры для флагов и других.

Размеры парка 438 м x 301 м. На данный момент, в парке Центрального района, силовые опоры расположены на расстоянии 30 метров.

Чтобы иметь представление о размерах фонарных столбах, на Рисунке 2 показан чертеж его общего вида.

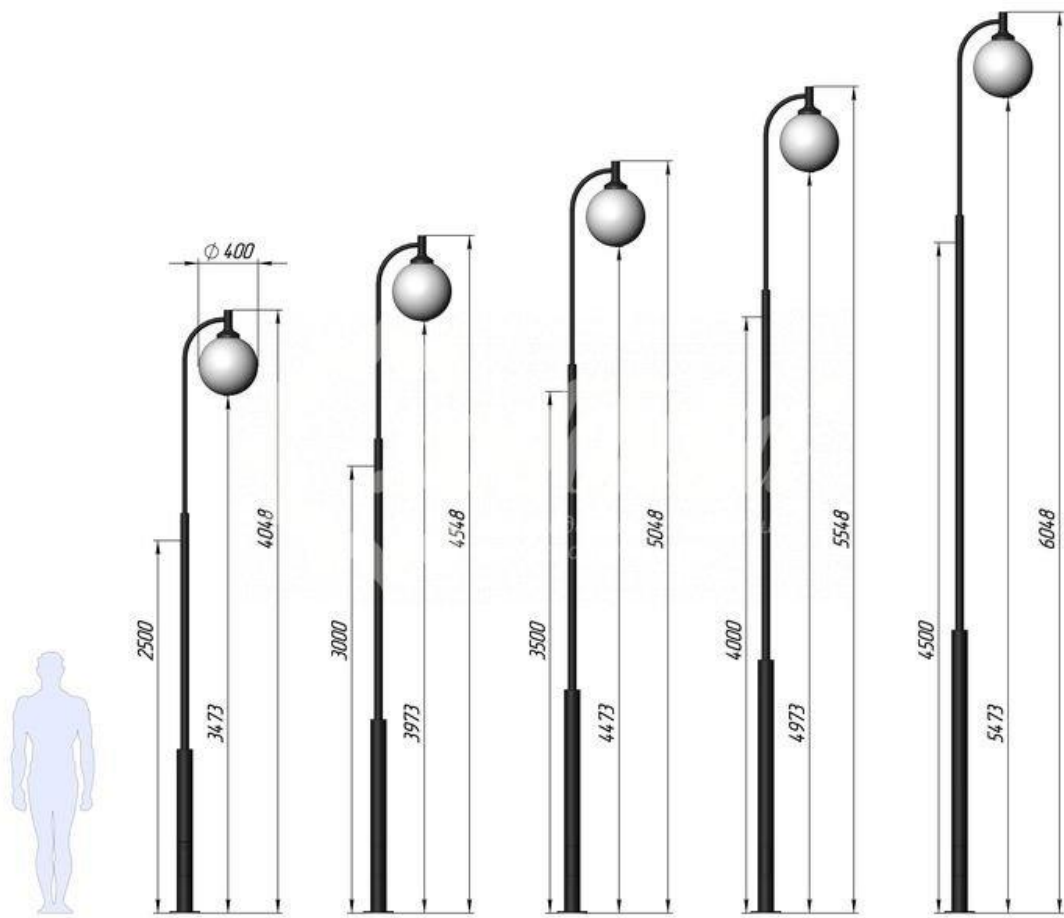
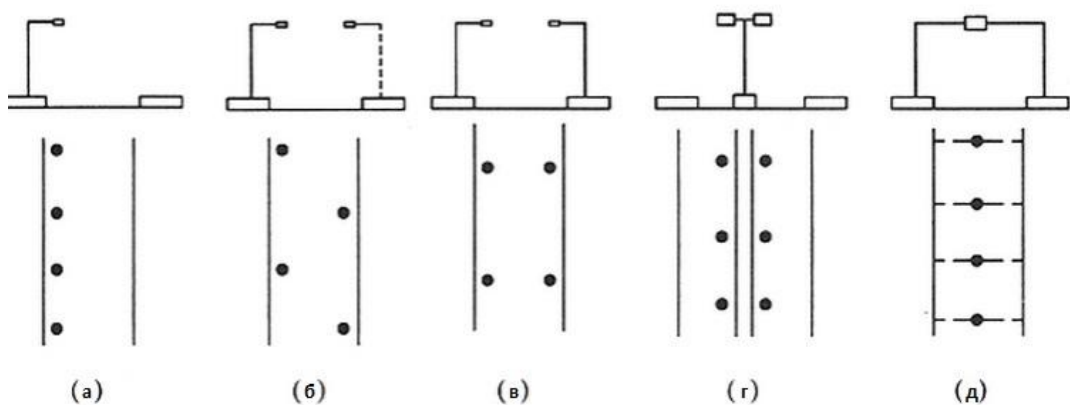


Рисунок 2 – Чертеж общего вида фонарных столбов

Помимо стиля, здесь важна высота размещения - слишком высокая или слишком низкая. Оптимальным будет выбор высоких светильников, чтобы в вечернее время прогуливающему по парку человеку быть в зоне прямой естественной видимости.

На Рисунке 3 представлена схема размещения фонарей.



### Рисунок 3 – Схема размещения уличных фонарей

а) одностороннее освещение; б) двустороннее освещение в шахматном порядке; в) двустороннее симметричное освещение; г) симметричное освещение; д) боковые подвесные светильники.

Столбы не должны располагаться в опасных местах или там, где это серьезно затрудняет движение; угол между направлением проекции максимальной силы света и вертикальным направлением не должен превышать 65 °.

### 2.3 Качество электроэнергии

Качество электроэнергии относится к способности электрооборудования потреблять энергию, подаваемую на него. Ряд вопросов качества электроэнергии, включая электрические гармоники, низкий коэффициент мощности, нестабильность напряжения и дисбаланс, влияют на эффективность электрооборудования. Это имеет ряд последствий, включая:

- Более высокие энергопотребление и затраты;
- Более высокие расходы на техническое обслуживание;
- Нестабильность и отказ оборудования;
- Энергетическое управление является важным соображением для любого бизнеса, и крайне важно, чтобы качество энергии оценивалось как часть любой стратегии управления энергией.

Хотя количество света важно, есть ряд других факторов, которые необходимо учитывать при выборе систем освещения. Они представлены в Таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение характеристик освещения

Световая технология	Время жизни	Эффективность Лм/Вт	Цветовая температура	CRI (color rendering index)	Время разжигания	Минусы
---------------------	-------------	------------------------	----------------------	-----------------------------	------------------	--------

1	2	3	4	5	6	7
Лампа накаливания	1000-5000 ч	11-15	2800 К	40	Мгновенно	Очень неэффективно, короткая жизнь
Ртутные лампы	12000 - 24000 ч	13-48	4000 К	15-55	До 15 мин	Очень неэффективно, содержание ртути, ультрафиолетовое излучение
Металлогалогенные лампы	10000 - 15000 ч	60-100	3000-4300 К	80	До 15 мин	Риск взрыва в конце жизни, содержание ртути, свинца, содержание УФ

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Натриевые лампы высокого давления	12000-24000 ч	45-130	2000 К	25	До 15 мин	Низкий CRI, содержание ртути
Натриевые лампы пониженного давления	10000-18000 ч	80-180	1800 К	0	До 15 мин	Низкий CRI, содержание ртути
Флуоресцентный свет	10000-20000 ч	60-100	2700-6200 К	70-90	До 15 мин	УФ-излучение, содержит ртуть
Компактный флуоресцент-	12000-20000	50-72	2700-6200 К	85	До 15 мин	Низкая жизнь,

ный свет	ч					сбой запуска холодную погоду, содержит ртуть
Индукцион- ный свет	60000- 100000 ч	70-90	2700- 6500 К	80	Мгновенно	Высокая стоимость, содержит свинец, негативно воздействует при высоких Т
Светодиодный свет (LED)	50000- 100000 ч	70-150	3200- 6400 К	85-90	Мгновенно	Высокая стоимость

В ходе рассмотрения всех выше перечисленных элементов освещения, следует сделать вывод о том, что наиболее подходящее для уличного освещения, а в частности для парка, целесообразным будет применение светодиодного освещения (LED). Так как у них наибольший срок службы, наименьшее энергопотребление и наиболее безопасны в эксплуатации.

#### **2.4 Анализ и экспериментальная часть**

Для более качественного анализа парка, был произведен осмотр действующего оборудования, исходя из которого были определены марки светильников, их количество и расположение.

На сегодняшний день в центральном парке г. о. Тольятти установлены светильники ЖКУ 21 – 100 - 001, освещающие аллею к памятнику АВТОВАЗа (Рисунок. 4).



Рисунок 4 – Аллея, освещаемая светильниками ЖКУ 21-100-001

ЖКУ – одни из распространенных натриевых ламп, используемых в освещении улиц, подъездов, торговых площадок и мест общественного назначения.

Также на территории парка и прилегающей к нему территории имеются светильники РТУ 09-125-501 в форме шара, установленные по всей территории парка (Рисунок. 5), и 2 фонаря ЖТУ 08-150-001, установленные у торговых павильонов.

Следует отметить, что только один памятник Жертвам политических репрессий освещен надлежащим образом. Памятник В.И. Ленину и АВТОВАЗу не освещены. Также не освещены детские площадки, навесные сооружения, сама площадь под аттракционы и некоторые зоны досуга.





Рисунок 5 – Освещаемая площадка памятнику Жертвам политических репрессий

Венчающие фонари РТУ – работают при помощи ртутных газоразрядных ламп высокого давления (ДРЛ), фонари марки ЖТУ – идут с применением натриевых газоразрядных ламп (НЛ).

Также был проведен эксперимент при помощи люксметра. Люксметр – это устройство, используемое для измерения освещенности.

Результаты проведенного исследования, в ходе которого было измерено текущий уровень освещенности определенных объектов в парке, изложено в Таблице 3.

Таблица 3 – Результаты эксперимента и нормированные значения

Освещаемые объекты	$E_{\text{норм}}$ (нормированные значения), Лк	$E_{\text{max}}$ (результаты эксперимента), Лк	$E_{\text{min}}$	$E_{\text{ср}}$	$\Delta E = E_{\text{норм}} - E_{\text{ср}}$
Главные входы	6	5	4	5,5	0,5

Дополнительные входы	6	5	4	4,5	1,5
Центральные аллеи	4	3	2	2,5	1,5
Боковые аллеи	2	2	1	1,5	0,5
Зоны отдыха (скамьи, беседки)	10	8	6	7	4
Зона детских площадок и аттракционов	10	7	6	6,5	4,5

Кроме того, при обследовании системы уличного освещения определены светильники установленные в настоящее время.

Для наглядного ознакомления с действующими светильниками, была составлена Таблица 4.

Таблица 4 – Характеристика действующих светильников

<b>ЖКУ 21 – 100-001</b>	<b>РТУ 09-125-501</b>	<b>ЖТУ 08-150-001 Пушкинский</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Тип источника света: ДНаТ	Тип источника: ДНаТ, ДРИ, ДРЛ	Тип источника света: ДНаТ
Цвет свечения: теплый	Цвет свечения: молочный	Цвет свечения: теплый

Продолжение таблицы 4

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Высокий диапазон рабочих температур (-60...+45)	Высокий диапазон рабочих температур (-60...+45)	Высокий диапазон рабочих температур (-60...+45)
Световой поток 9500 Лм	Световой поток 1350 Лм	Световой поток 15000 Лм
Срок службы 10 лет	Срок службы 8000 ч	Срок службы 10 лет

Мощность 100 Вт	Мощность 125 Вт	Мощность 150 Вт
-----------------	-----------------	-----------------

Замену фонарным столбам в форме шара РТУ 09-125-501 и силовым опорам ЖКУ 21 – 100-001, было принято заменить на фонари GALAD Шар LED-40. В виду своей экономичности по цене и энергопотреблению, длительным сроком службы и большим световым потоком.

Дополнительным оборудованием для освещения памятников В. И. Ленину и АВТОВАЗу, принимается взять FWL 14-28-W50-C120.

По проведению замеров, следует сделать вывод о том, что действительное освещение парка отклонено от норм и требует реконструкции.

Все объекты парка, включая памятники, центральные аллеи, беседки, должны быть освещены таким образом, чтобы создавать людскому глазу ориентир на местности.

### **3 Реализация проекта по реконструкции наружного освещения**

#### **3.1 Выбор паркового освещения**

Реконструкция парка подразумевает собой выбор осветительных приборов для центральной аллеи, близ лежащих дорожек, площадок под аттракционы, детских площадок, памятников и деревьев. Это завершающий этап – инжиниринг.

Вход со стороны городской площади, со стороны улицы Гагарина и остановки «Горсад» освещен ЖКУ 21 – 100 - 001 на 6 лк. Аллеи, детские площадки освещены светильниками «Шар» РТУ 09-125-501 в среднем 6-9 лк. Памятник жертвам политических репрессий освещен на 12 лк, так как его реконструкция и открытие было сравнительно недавним. В то время как памятник В. И. Ленину и АВТОВАЗу не освещены, и реальное освещение вдоль памятников составляет 2-3 лк. Ограда парка, вдоль торговых павильонов и дополнительного входа в парк освещена двумя фонарями под старину марки ЖТУ/РТУ/ГТУ08-150-001. За счет уличного дорожного освещения, не относящегося к парку, их действие меркнет, так как они установлены в не нуждающемся месте.

Для грамотной реконструкции электроснабжения необходим светотехнический расчет.

Цель светотехнического расчета – подбор осветительного оборудования. Расчет освещенности уточняет тип светильника, мощность источников света, расположение. Расчет производился в программе Dialux Evo 8.1.

Для реконструкции электроснабжения Центральных аллей парка и главных входов, было подобрано оборудование GALAD Шар LED-40-СПШ/Т600 (3700/750/RA7040/D/0/GEN1). Характеристика выбранного светильника представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики GALAD Шар LED-40

Частота, Гц	50	Цветовая температура, К	2700 К
			3500 К
			5000 К
Номинальное напряжение, В	220	Степень защиты	IP65
Потребляемая мощность светильника, Вт	40 ± 10%	Световой поток	3710 Лм
Срок службы	Не менее 12 лет	Цветопередача	80

Выбранный тип светильника имеет кривую силы света представленную на Рисунке 6. Кривая распределения силы света представляет собой графическое представление измерения силы света светильника. Здесь предполагается, что светильник подвешен и может свободно излучать свой световой поток во всех направлениях. Силы света светильника определяется с помощью гониофотометра. Расстояние контура кривой распределения силы света от центра светильника дает информацию о силе света в соответствующем направлении. Этот трехмерный контур разрезается в двух вертикальных плоскостях для простого двумерного представления. Сплошная линия показывает кривую распределения силы света в направлении поперечном к люминеру, пунктирная линия представляет кривую распределения силы света в продольном направлении люминера. Плоскость резания в поперечном направлении обозначается (C0-C180), плоскость резания в продольном направлении - (C90-C270). Число после "С " указывает угол, под которым лежит плоскость при взгляде на кривую распределения света сверху.

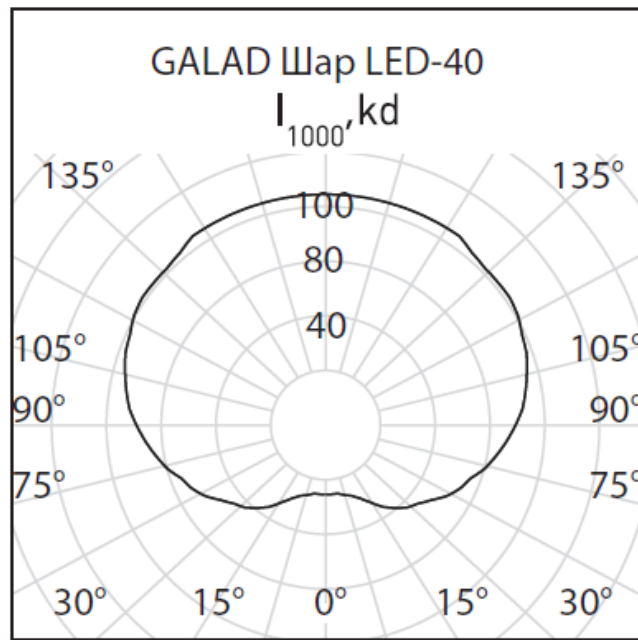


Рисунок 6 – Кривая силы света светильника GALAD Шар LED-40

Габаритный вид выбранного светильника представлен на Рисунке 7.  
Габариты светильника должны быть учтены при расчете освещенности.

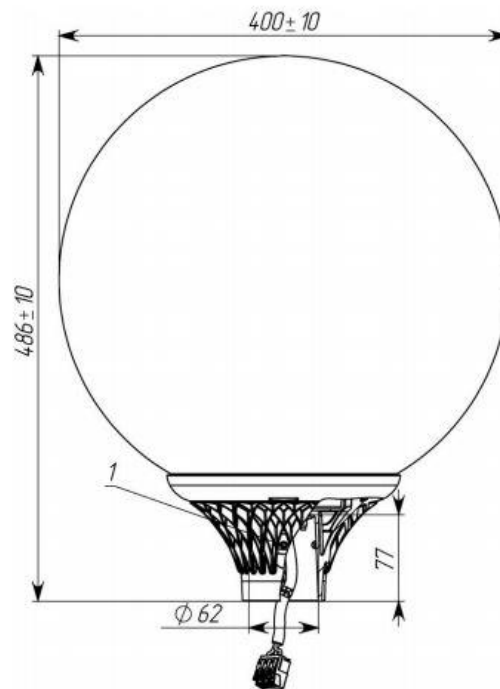


Рисунок 7 – Габаритный вид светильника GALAD Шар LED-40

Кроме того, при расчете освещённости необходимо определиться с высотой опор освещения и расстановкой опор освещения вдоль пешеходных аллей.

Для установки выбранного типа светильников GALAD Шар LED-40, предлагается использовать опору типа ОП. Вид опоры представлен на Рисунке 8. Данный вид опор широко применяется для паркового освещения.

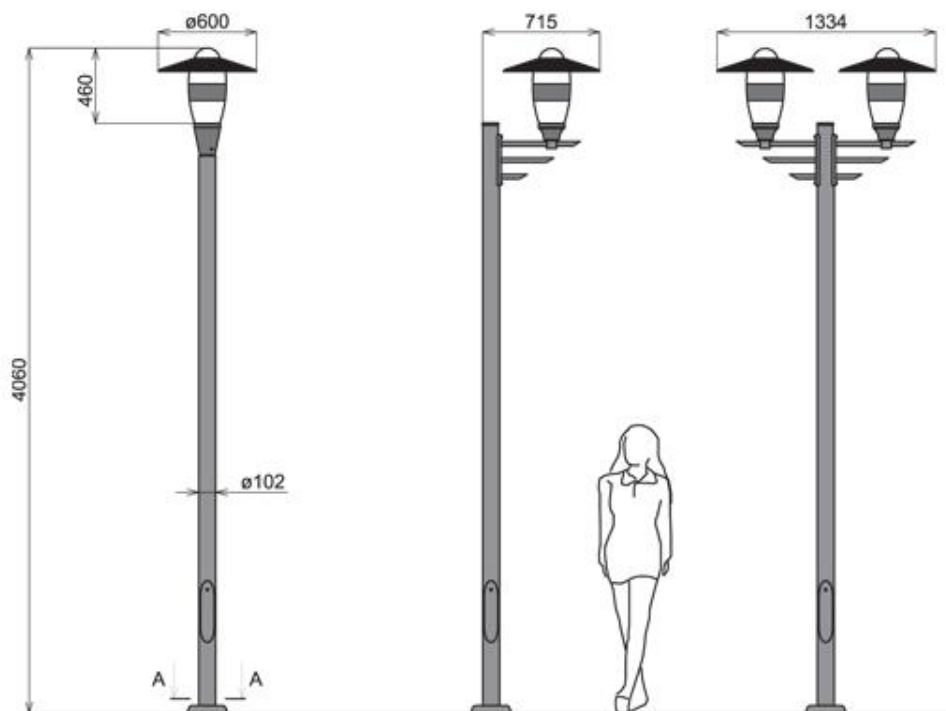


Рисунок 8 – Опора уличного освещения типа ОП

Полученные расчетные значения средней и минимальной освещенности сравнивались с нормируемыми значениям в соответствии с СНиП 23-05-95, нормируемые значения также представлены в Таблице 6.

Для определения количества светильников на каждой аллее использовалось выражение:

$$n = \frac{l}{R}$$

где  $l$  – длина аллеи,  $R$  – расстояние между опорами.

Таблица 6 – Расчет освещенности аллей центрального парка

Название аллеи	Расчетное значение средней освещенности, Лк	Расчетное значение минимальной освещенности, Лк	Нормированное значение освещенности, Лк
Центральная	7,44	6,22	4
Аллея 3	6,58	5,43	2
Диагональная	6,58	5,43	4
Аллея 5	7,44	6,22	6
Аллея 2	7,44	6,22	6
Аллея 4	6,58	5,43	4
Проходная	6,58	5,43	4
Детская	6,58	5,43	10
Животная	6,58	5,43	10
Аллея 1	6,58	5,43	2

Программа Dialux Evo 8.1 предназначена для расчета уличного освещения, и определяет значения освещенности в точках поля между светильниками для участка между соседними опорами освещения.

Расчет освещенности выполненный в программе Dialux Evo 8.1 показал, что оптимальным расстоянием между опорами освещения «центральных аллей» принимается 11,5 м, а высота световых точек 4,5 м. Аналогичные расчеты выполнены для всех аллей Центрального парка. Результаты расчетов сведены в Таблицу 7.

Согласно результатам светотехнического расчета, определено количество светильников, принимаемых к установке на каждой аллее Центрального парка. Результаты также сведены в Таблицу 7.



Таблица 7 - Расчет количества светильников на одну аллею

Название	Длина участка, м	Расстояние между опорами освещения, м	Количество светильников, шт
Центральная	277 м	11,5 м	24
Аллея 3	200 м	10 м	20
Диагональная	224 м	10 м	23
Аллея 5	230 м	11,5 м	20
Аллея 2	241 м	11,5 м	21
Аллея 4	108 м	10 м	11
Проходная	240 м	10 м	24
Животная	100 м	10 м	10
Детская	270 м	10 м	27
Аллея 1	255 м	10 м	26

Схемы установки опор освещения на Центральных аллеях выбраны двусторонними симметричными. План расположения опор освещения представлен на рисунке 9.

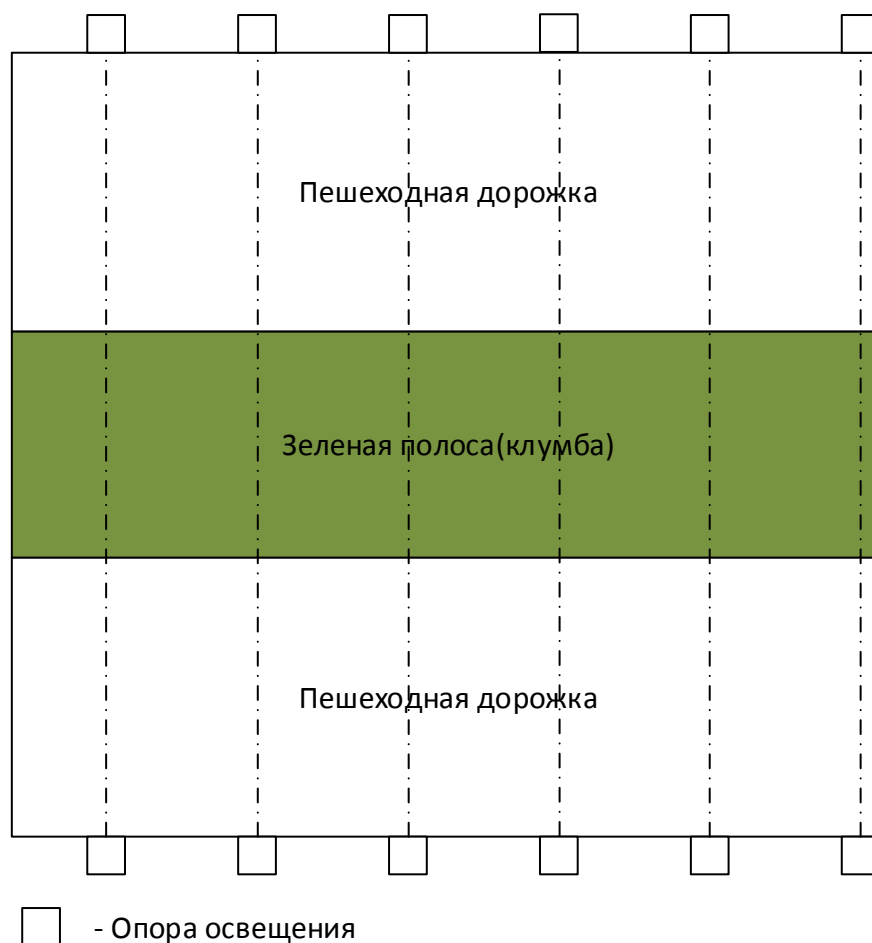
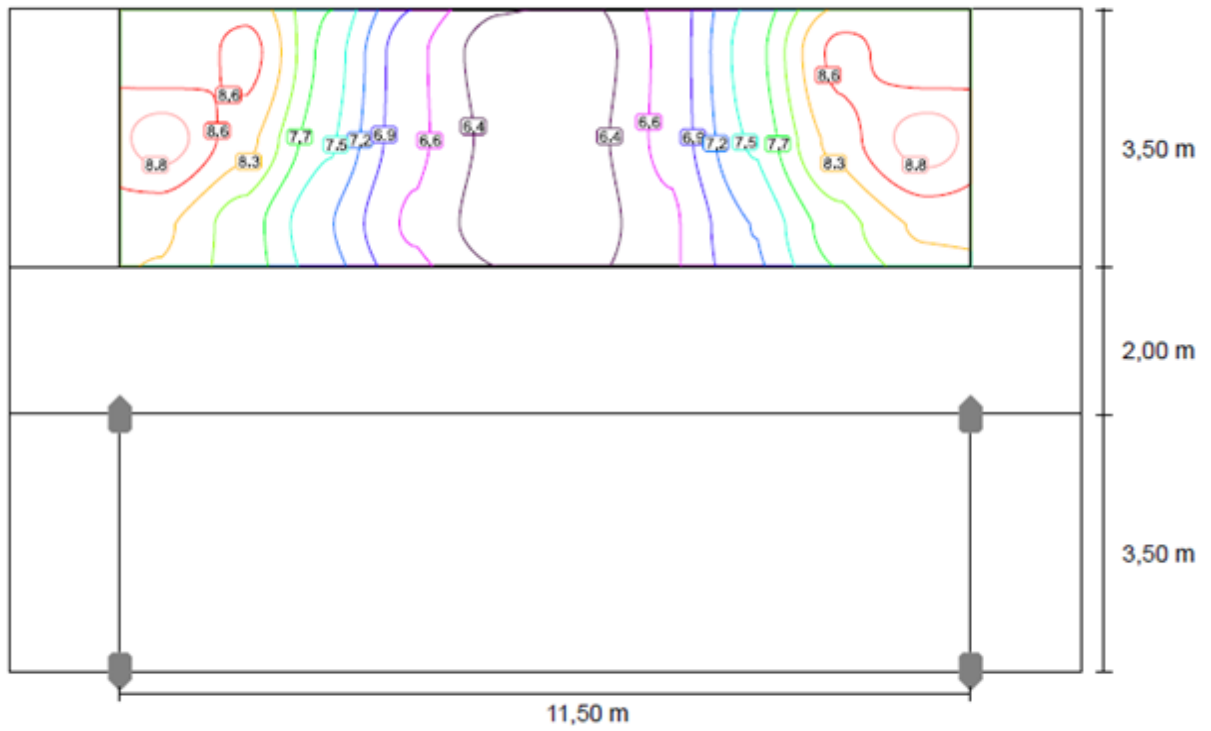
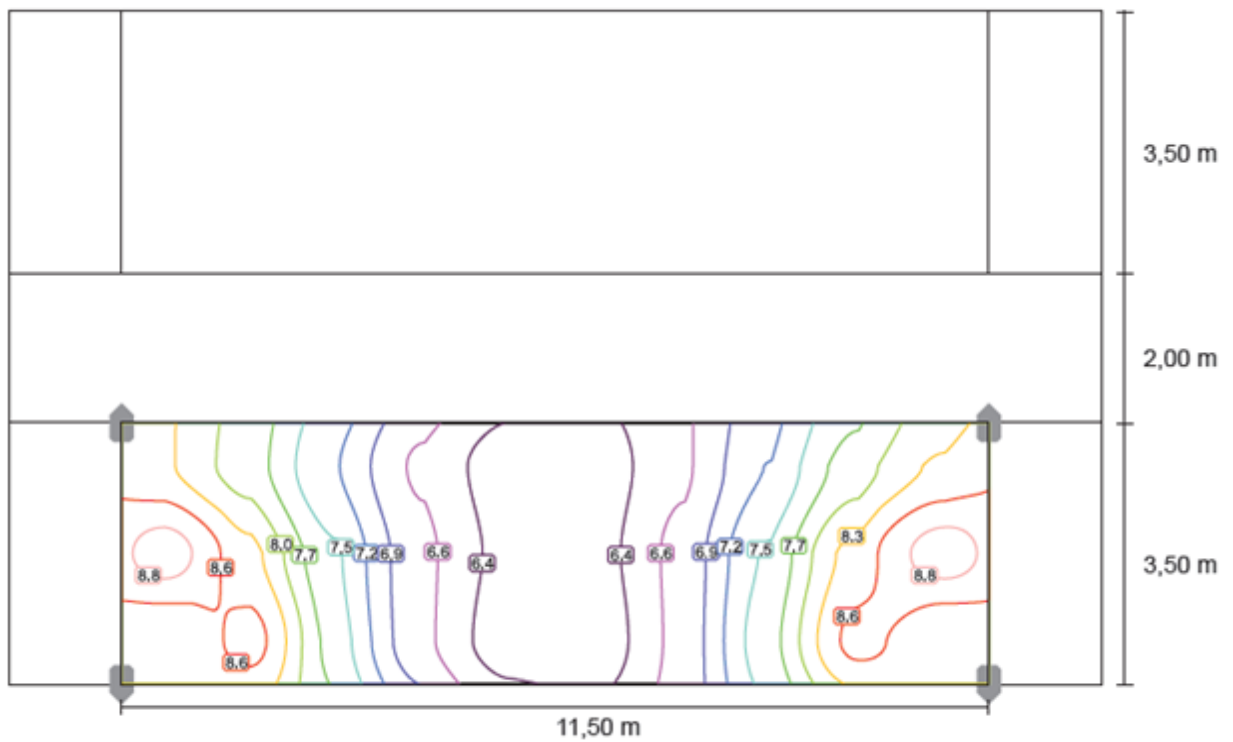


Рисунок 9 – План расположения опор освещения на Центральных аллеях

Программа Dialux Evo позволяет построить кривые распределения освещенности, для выбранных светильников, опор освещения и расстояние между опорами. При составлении расчетной модели, учитывалась ширина пешеходных дорожек аллеи, а также ширина центральных клумб, которые расположены на всех главных аллеях Центрального парка. Для Центральных аллей парка результаты распределения освещенности представлены на рисунке 10.



а)



б)

Рисунок 10 – Результаты распределения освещенности для Центральной аллеи: а – пешеходная дорожка 1, б – пешеходная дорожка 2

Для остальных аллей Центрального парка выбрано одностороннее размещение опор освещения, показанное на рисунке 11.



Рисунок 11 – Расположения опор освещения на второстепенных аллеях Центрального парка

Оборудованием для подсветки памятников, принимается взять FWL 14-28-W50-C120. Его характеристики сведены в Таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика подсветки FWL 14-28-W50-C120

Потребляемая мощность	28 Вт	Световой поток	3637 Лм
Количество светодиодов	24 шт	Ресурс работы	Не менее 100 000 ч
Рабочий ток светодиодов	0,15 А	Потребляемый ток светильника, не более	2,275 А

Выбранный тип светильника имеет кривую силы света представленную на Рисунке 12.

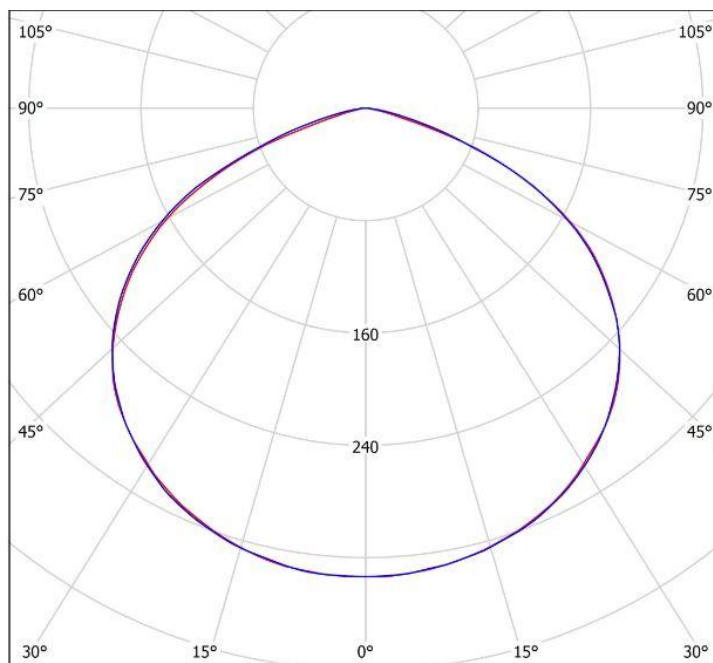


Рисунок 12 – Кривая силы света подсветки FWL 14-28-W50-C120

Светильник устанавливается на ровную поверхность при помощи скобы. Изготовлен из сплава алюминия и имеет закаленное стекло.

Габаритный вид выбранной подсветки представлен на рисунке 13.

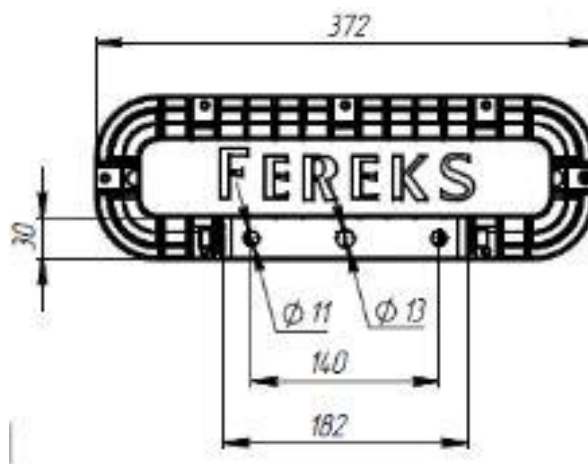


Рисунок 13 – Габаритный вид подсветки FWL 14-28-W50-C120

### 3.2 Выбор схемы питания

При выборе схемы питания необходимо учитывать возможность использования воздушных линий или возможность подземной прокладки кабелей.

Воздушные линии имеют ряд преимуществ, которые обычно делают ими вариант значения по умолчанию для операторов системы передачи: технология известна и надежна; они легки для построения и доступа для целей обслуживания; обширная проницаемость в здании и производственные затраты которые в настоящее время оценены. Кабели, с другой стороны, влекут за собой снижение визуального воздействия, что является важным аргументом для населения и местных общин. Тем не менее, прокладка подземных кабелей обычно требует современных технологий и более высоких затрат на установку.

Подземные кабели подвергаются воздействию напряжения, а также тепла от нагрузки и элементов окружающей среды. Вызревание зависит от типа кабеля, и может быть или механическим повреждением причиненным внешними факторами или рабочим стрессом.

При монтажных работах нужно руководствоваться соблюдением техники безопасности. Сечение подземного кабеля определяется по рассчитанной суммарной мощности. Само световое оборудование будет работать при автоматическом управлении.

Парк является местом отдыха населения, а использование воздушных линий нарушает дизайн и визуальное восприятие культурных объектов парка. Поэтому в работе, для питания опор освещения, будет использована подземная прокладка кабелей. В работе предлагается использовать трехфазные кабели на напряжение 0,4 кВ. Распределение нагрузки светильников на каждой линии будет выполняться равномерно, чтобы не допустить перекоса мощности по фазам.

Выбор сечения кабелей в сетях напряжением до 1000 В выполняется путем сравнения расчетного тока в линии с длительно допустимым током

выбранных марок кабелей. Так же при выборе кабелей необходимо учитывать условия их прокладки и температуру окружающей среды. В случае питания опор освещения Центрального парка после реконструкции, прокладка будет выполнена в земле, сам питающий кабель будет укладываться в двустенную трубу используемую для прокладки кабеля 0,4 кВ под землей. Труба выполнена гофрированной двустенной из ПНД (полиэтилена низкого давления). Данный вид труб применяется при реконструкции и строительстве городских коммуникаций. Труба ПНД позволит защитить кабель от возможных механических нагрузок на грунт. Для прокладки в земле не допускается применение ПВХ (поливинилхлоридных) гофрированных труб.

Рассмотрим методику выбора кабеля. Основной величиной выбора является сравнение расчетного тока, с длительно допустимым.

$$I_p \leq I_{\text{дон}}$$

где  $I_p$  – расчетный ток линии, А;  $I_{\text{дон}}$  – длительно допустимый ток кабеля, А. Выбор сечения производится по таблицам ПУЭ, согласно выбранному виду прокладки. Так как прокладка осуществляется в двустенной пластиковой трубе, то по необходимо учесть поправочный коэффициент прокладки равный 0,92. Поэтому ток, заданный в таблице необходимо до множить на коэффициент, это позволит учесть ухудшение охлаждения кабеля.

$$I_{\text{дон}} = I_{\text{дон}}^{\text{табл}} \cdot 0,92. ,$$

где  $I_{\text{дон}}^{\text{табл}}$  - допустимый табличный ток для трехжильных кабелей, А; 0,92 – коэффициент, учитывающий ток для четырехжильных кабелей, о.е.

Для прокладки в земле рекомендуется использовать кабель марок АВВГ и ВВГ. Оба кабеля имеют поли винил хлоридную оболочку. Кабель АВВГ имеет алюминиевые жилы, кабель ВВГ – медные.

Исходя из условий в работе будем выбирать медный кабель марки ВВГ.

После выбора сечения кабелей необходимо выполнить проверку по допустимой потере напряжения. Это выполняется с целью обеспечения нормального уровня напряжения на зажимах электроприемников в пределах допустимых отклонений.

Потери напряжения в сети определяются по формуле, %,

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L}{U_n} \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100$$

Таблица 9 - Определение расчетного тока в линии

	Количество светильников	Мощность, Вт	Расчетный ток, А
Аллея 1	26	1040	4,73
Аллея 2	21	840	3,82
Аллея 3	20	800	3,64
Аллея 4	11	440	2
Аллея 5	20	800	3,64
Центральная аллея	24	960	4,37
Детская	27	1080	4,91
Диагональная	23	920	4,19
Животная	10	400	1,82
Проходная	24	960	4,37



Данные таблицы 9 используем для выбора кабеля. Результаты выбора кабеля сведем в таблицу 10. Выбор питающего кабеля необходимо осуществить исходя из условий механической прочности и потери напряжения. Для протяженных силовых линий освещения целесообразно по рекомендациям выбирать кабель сечением не ниже 25 мм<sup>2</sup>. Для каждой аллеи проверим кабель по допустимому току, результаты занесем в таблицу 10.

Таблица 10 – Выбор кабеля питания сети паркового освещения

	Расчетный ток, А	Потеря напряжения в линии, %	Выбранное сечение кабеля
Аллея 1	4,73	2,37	ВВГ 4х25
Аллея 2	3,82	1,86	ВВГ 4х25
Аллея 3	3,64	1,52	ВВГ 4х25
Аллея 4	2	1,44	ВВГ 4х25
Аллея 5	3,64	1,61	ВВГ 4х25
Центральная аллея	4,37	2,21	ВВГ 4х25
Детская	4,91	2,61	ВВГ 4х25
Диагональная	4,19	1,98	ВВГ 4х25
Животная	1,82	1,23	ВВГ 4х25
Проходная	4,37	2,38	ВВГ 4х25

Если полученное значение падения напряжения меньше 5%, то кабель подобран правильно и кабельная линия соответствует нормам. При передаче электроэнергии по проводам в электроприемники небольшая ее часть расходуется на сопротивление самих проводов, т. е. на их нагрев. Чем выше ток и чем больше сопротивление провода, тем больше потери напряжения будет на нем. Величина тока зависит от подключенной нагрузки, а сопротивление провода больше, чем его длина.

В таблице 11 представлены характеристики выбранного кабеля необходимые для определения величины потери напряжения.

Таблица 11 – Характеристика кабеля ВВГ 4х25

Допустимый ток при прокладке в земле	123 А	Срок службы	30 лет
Материал изоляции	ПВХ	Максимально допустимы радиус изгиба при прокладке	230 мм
Активное сопротивление	0,74 Ом/км	Индуктивное сопротивление	0,0662 Ом/км

### 3.3 Выбор аппаратов защиты

Для защиты светильника, в установочной коробке опоры освещения необходимо установить автоматический выключатель. Выбор автоматического выключателя осуществляется по мощности подключаемого электроприемника. В нашем случае электроприемником является светодиодный светильник уличного освещения GALAD Шар LED-40. Мощность светильника составляет 40 Вт, подключения светильника на напряжение 220 В. Коэффициент мощности  $\cos\varphi$  светильника 0,98. Тогда номинальный ток светильника составит:

$$I_{ном}^{свет} = \frac{P}{U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{40}{220 \cdot 0,98} = 0,2 А.$$

Ток светильника достаточно низкий, поэтому выберем по каталогам производителя подходящий автоматический выключатель марки SIEMENS

5SL62147. Данный автоматический выключатель изготавливается на номинальный ток 0,3 А.

В щите питания уличного освещения, на каждой линии необходимо установить автоматический выключатель, а также оборудование для управления системой уличного освещения. Семы питания представлены на листе графической части.

Согласно данным расчетного тока каждой линии, представленных в таблице 11, выберем автоматические выключатели на каждую линию. Результаты выбора автоматических выключателей сведены в таблицу 12.

К установке примем четырёхполюсные автоматические выключатели производства компании Siemens.

Таблица 12– Выбор автоматических выключателей

	Расчетный ток, А	Номинальный ток автоматического выключателя, А	Марка автоматического выключателя
1	2	3	4
Аллея 1	4,73	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Аллея 2	3,82	4	Siemens SL 4P 4A (C) 6kA
Аллея 3	3,64	4	Siemens SL 4P 4A (C) 6kA
Аллея 4	2	3	Siemens SL 4P 3A (C) 6kA
Аллея 5	3,64	4	Siemens SL 4P 4A (C) 6kA
Центральная аллея	4,37	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA

Детская	4,91	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Диагональная	4,19	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
Животная	1,82	3	Siemens SL 4P 3A (C) 6kA
Проходная	4,37	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA

### 3.4 Монтаж кабеля

Монтаж кабеля выполняется в земляной траншее, кабель прокладывается в ПНД трубе на глубине 1м. Прокладка кабеля выполняется вдоль тротуаров. Кабель в траншее присыпается грунтом и заготавливается форма под установку светильников. После заготовки формы, выводятся концы труб с кабелями, устанавливается армирующая сетка и происходит залив формы бетоном. При высыхании бетона, место засыпается грунтом. Следующий шаг – установка светильников и силовых опор. Кабели и провода «упаковываются» в распределительную коробку, после чего происходит соединение кабелей, называемое заземлением.

После происходит заливка коробки термопластичной смолой, которая используется в качестве электроизоляционного материала. По такому же принципу происходит и остальная установка осветительного оборудования. В щитке устанавливается следующее оборудование:

- Сумеречное реле с фотодатчиком, позволяющее светильникам и силовым опорам включать освещение в сумерках, и автоматически выключаться на рассвете;
- Переключатель с фиксированным положением I-0-II;

- Автоматические выключатели;
- Магнитный пускатель.

Помимо автоматического управления освещением, возможно также и ручное. Для реализации ручного управления, необходимо подвести двухжильный кабель ВВГнг(А) 2х2,5 в место, где будет установлен выключатель.

При установке фотодатчика, нужно руководствоваться тем, чтобы он не был в зоне освещения одного светильника, дабы избежать неправильной работы. К нему прокладывается 2х жильный кабель. Кабель зачищается, а жилы присоединяются к специальным соединениям. Таким образом, парковое освещение оснащено ручным и автоматическим управлением.

### 3.5 Технико - экономический расчет

Средняя стоимость светильников ЖКУ 21 – 100 составляет 5500 рублей, а потребляемая мощность 100 Вт, РТУ 09-125-501 стоят в районе 4300 рублей за штуку, а потребляемая мощность 125 Вт, фонари ЖТУ/РТУ/ГТУ08-001 стоят в районе 50000 рублей и потребляют 150 Вт. Их количество в среднем примерно равно значению светильников в парке. Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, изложенный в Таблице 13.

Таблица 13 – Анализ действующих светильников по стоимости, общей потребляемой мощности и количеству

Тип светильника	Мощность, Вт	Количество, шт.	Стоимость	Общая потребляемая мощность
ЖКУ 21 – 100	100	37	5500× 37 = 203500 руб	100 × 37 = 3,7 кВт
РТУ 09-125-501	125	200	4300× 200 = 860000 руб	125 × 200 = 25 кВт

ЖТУ/РТУ/ГТУ08-001	150	4	50000 × 4 = 200000 руб	150 × 4 = 0,6 кВт
		Итого: 227	Итого: 1 263 500 руб	Итого: 29,3 кВт

Руководствуясь полученными данными, можно произвести расчет для выбранного оборудования и сравнить полученные результаты. Расчет изложен в Таблице 14.

Таблица 14 - Перечень выбранного оборудования для парка г.о. Тольятти

Тип светильника	Мощность, Вт	Количество, шт.
GALAD Шар LED-40	40	206
FWL 14-28-W50-C120	28	12
Итого: 218		

Общая потребляемая мощность GALAD Шар LED-40:

$$P_1 = P_{ШАР} \times N = 40 \times 206 = 8,24 \text{ кВт},$$

где  $P_{ШАР}$  – мощность одного светильника, Вт;  $N$  – количество светильников, шт.

Общая потребляемая мощность FWL 14-28-W50-C120:

$$P_2 = P_{FWL} \times N = 28 \times 12 = 0,336 \text{ кВт},$$

где  $P_{FWL}$  – мощность одного светильника, Вт;  $N$  – количество светильников, шт.

Общая потребляемая мощность светильников:

$$P = P_1 + P_2 = 8,24 + 0,336 = 8,576 \text{ кВт.}$$

Общая стоимость светильников GALAD Шар LED- 40:

$$C_{\Sigma\text{шар}} = C_{\text{шар}} \times N = 8900 \times 206 = 1\,833\,400 \text{ рублей.}$$

где  $C_{\text{шар}}$  – стоимость одного светильника, руб;  $N$  – количество светильников, шт.

Общая стоимость светильников FWL 14-28-W50-C120:

$$C_{\Sigma\text{FWL}} = C_{\text{FWL}} \times N = 5700 \times 12 = 68\,400 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{FWL}}$  – стоимость одного светильника, руб;  $N$  – количество светильников, шт.

Общая цена всех светильников:

$$C_{\Sigma} = C_{\Sigma\text{шар}} + C_{\Sigma\text{FWL}} = 1\,833\,400 + 68\,400 = 1\,901\,800 \text{ руб.}$$

В проведении экономического расчета по общей потребляемой мощности и затрат, следует сделать вывод о том, что выбранное оборудование имеет преимущество в энергопотреблении (оно почти в 3,5 раза меньше, чем у оборудования, ныне стоящего в Центральном парке).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа посвящена теме реконструкции электроснабжения Центрального парка г.о.Тольятти.

Работа выполнена на основе материалов, полученных в интернете и путем экспериментального исследования объекта. Полученные результаты представлены в пояснительной записке. Графическая часть оформлена на чертежах формата А1, содержит план реконструированного объекта с имеющимся электрооборудованием на сегодняшний день и план реконструкции.

По полученным результатам были выбраны светильники и был произведен технико – экономический расчет. Цена выбранных светильников составила 1 901 800 руб, а цена ныне стоящего оборудования составила 1 136 000 руб. Были выбраны светильники следующих марок: GALAD Шар LED-40 и подсветка FWL 14-28-W50-C120 .

Была рассчитана общая потребляемая мощность ныне стоящих и выбранных для дальнейшей эксплуатации светильников. Желаемая мощность составила 8,576 кВт, а действующих 29 кВт.

Был выбран кабель для подземной прокладки марки ВВГ, прокладка кабеля должна быть выполнена в двустенной ПНД трубе для защиты кабеля от механических нагрузок.

При выборе силовых кабелей выполнен расчет потерь напряжения в питающих линиях, полученные результаты потери напряжения в конце линии не превысили 5%, поэтому выбор сечения питающих линий выполнен правильно.

Итогом выполнения ВКР является проект реконструкции системы уличного освещения Центрального парка г.о. Тольятти который удовлетворяет современным требованиям по надежности и эффективности.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 17677-82. (СТ СЭВ 3182-81). Светильники. Общие технические требования. М: Издательство стандартов, 1989. 112 с.
2. ГОСТ 16703-79. Световые приборы и комплексы. Термины и определения. М: Стандартиформ, 2006. 18 с.
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Минстрой России - М.: ГП "Информрекламиздат", 1995. - 35 с.
4. Барыбин Б. Ю. Справочник по проектированию электроснабжения. М.: Энергоатомиздат, 1990 г. 584 с.
5. Большам Я.М., Крупович В.И., Самовер М.Л. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей. Изд. 2-е, Перераб. и доп. М., «Энергия», 1975. 696 с.
6. Ершевич В.В. и др. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. М. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
7. Федоров А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том 2. Под общ. ред. А. А. Федорова. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 592 с.
8. Денисов В.П., Мельников Ю.Ф. Технология и оборудование производства электрических источников света. Учебник для техникумов - М.: Энергоатомиздат, 1983 - 384 с.
9. Кроль Ц.Е., Мясоедова Е.И., Терешкевич С.Г. Качество промышленного освещения. М.: Энергоатомиздат, 1991 224 с.
10. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. М.: Знак, 2006. – 952 с.
11. Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрического освещения. «Высшая школа», 1990. 240 с.
12. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учебное пособие для среднего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2013. 320 с.
13. Яковлев А.Н., Гречкина Т.В. Расчет освещения и проектирование

осветительных установок для внутреннего освещения зданий с использованием программного комплекса DIALux. Томск: Изд. ТПУ, 2007. 14с.

14. Соболев Ю.И., Парахин А.М. Проектирование и расчет искусственного освещения. Методическое пособие для выполнения дипломных, курсовых и расчетно-графических работ. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. 82 с.

15. Дамский А.И., Электрическое освещение в архитектуре города. М., Стройиздат, 1970. 230 с.

16. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению: Учебное пособие. М.: ФОРУМ, 2011. 136 с.

17. Mark Karlen, James Benya - Lighting Design Basics. John Wiley & Sons, Inc., 2004. 192 p.

18. Anthony J. Pansini, "Guide to Electrical Power Distribution Systems, 6<sup>th</sup> Edition" Fairmont Press., 2004.

19. Wang B.C. Power supply. Power Systems, IEEE Transactions. 2014. 357 p.

20. Schreuder Duco. Outdoor Lighting: Physics, Vision and Perception. Springer Science, 2008. 448 p.

21. Robert A. Mammano. Fundamentals of Power Supply Design: Technology from the Unitrode/Texas Instruments Power Supply Design Seminars. Texas Instruments,, 2017. 352 p.

22. Sanjaya Maniktala. Switching Power Supply Design & Optimization. McGraw-Hill Professional Engineering, 2004. 386 p.

23. Фонари уличного освещения. Немецкие бренды. [Электронный ресурс]. URL: [www.mw-light.ru/Светильники/MW-Light](http://www.mw-light.ru/Светильники/MW-Light) (дата обращения: 11.04.2019).

24. Street light [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Street\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Street_light) (дата обращения: 15.05.2019).