

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А. С. Горопов

подпись инициалы, фамилия

«__» _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Проектирование системы наружного освещения ул. Звёздная в г. Кызыле

тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Е.В. Платонова

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Д.И. Смирнов

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2023

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А. С. Горопов

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2023 г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Абакан 2023

Студенту Смирнову Дмитрию Игоревичу

фамилия, имя, отчество

Группа ХЭн 19-1 Направление (специальность)

номер

13.03.02.

код

«Электроэнергетика и электротехника»

полное наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование системы наружного освещения ул. Звёздная в г. Кызыле

Утверждена приказом №286 от 17.05.2023

Руководитель ВКР Платонова Е.В., доцент кафедры ЭМиАТ

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР Схема анкерной опоры ОГС-0,4-10, ОГС-1,0-10 с двойным светильником, план участка уличного освещения, план участка уличного освещения

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Содержание

1. Искусственное освещение автомобильных дорог
2. Характеристика объекта проектирования
3. Светотехнический расчет
 - 3.1 Выбор осветительных приборов
 - 3.2 Выбор кронштейнов на опорах освещения
 - 3.3 Определение нормативных значений светотехнических параметров
 - 3.4 Результат светотехнического расчета
4. Расчет нагрузки и выбор источников питания
5. Выбор основных элементов осветительной сети
 - 5.1 Выбор проводника, светильников и защитной коммутационной аппаратуры
 - 5.2 Выбор опор для линий электроосвещения
6. Описание решения по демонтажу опор

Перечень обязательных листов графической части:

1. Схема анкерной опоры ОГС-0,4-10, ОГС-1,0-10 с двойным светильником
2. План участка уличного освещения
3. План участка уличного освещения

Руководитель ВКР

подпись

/ Е.В. Платонова

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

_____ / Д.И. Смирнов

подпись, инициалы и фамилия студента

« »

2023г.

РЕФЕРАТ

Основной целью выпускной квалификационной работы является разработка оптимальных, обоснованных, экономически целесообразных решений, направленных на повышение транспортно-эксплуатационного состояния и безопасности движения транспорта и пешеходов. Проектирование освещения на участке дороги улицы Звёздной г. Кызыле. Затрагиваем проблему освещения дорожного полотна и парковки у здания детского сада.

Рассмотрим характеристику автомобильной дороги – двух полосная с шириной каждой полосы в 3,75 м и общей длиной дороги в 3,2 км, имеет категорию VII, покрытие дороги мелкозернистое асфальтобетонное по ГОСТу Р 55708-2013 и коэффициент равномерности освещенности не более 0,35.

При проектировании учитывалось расположение, рассчитал рациональный расход энергетических ресурсов, выбрал оборудование, которое его обеспечивает, а также затраты на ремонт и обслуживание сетей освещения дорожного полотна.

Проект выполнен с использованием программы Light-in-Night Road, на основе 3D модели системы наружного освещения улицы Звёздная.

Light-in-Night – это приложение для проектирования, позволяющее создавать проекты по освещению улиц и открытых пространств. Приложение помогает спроектировать уличное освещение и подобрать необходимые опоры, кронштейны и светильники. Пришедшей на смену традиционным инструментам для светотехнических расчетов.

На сегодняшний день системы освещения автомобильных дорог, различных проезжих частей и улиц ушли далеко вперед и продолжают развиваться.

Работа актуальна не только в решении проблемы благоустройства автомобильных дорог Республики Тыва, а также подобные технологические и конструктивные решения могут быть применены для освещения на всех дорогах Российской Федерации.

AN ABSTRACT

The main goal of the final qualifying work is the development of optimal, reasonable, economically viable solutions aimed at improving the transport and operational condition and the safety of traffic and pedestrians. Design of lighting on the road section of Zvezdnaya street in Kyzyl. We touch on the problem of lighting the roadway and parking near the kindergarten building.

Consider the characteristics of the road - two-lane with a width of each lane of 3.75 m and a total length of the road of 3.2 km, has category BII, the road surface is fine-grained asphalt concrete according to GOST R 55708-2013 and the illumination uniformity coefficient is not more than 0,35.

The design took into account the location, calculated the rational consumption of energy resources, chose the equipment that would provide it, as well as the costs of repairing and maintaining roadway lighting networks.

The project was completed using the Light-in-Night Road program, based on a 3D model of the outdoor lighting system of Zvezdnaya Street.

Light-in-Night is a design application that allows you to create projects for lighting streets and open spaces. The application helps to design street lighting and select the necessary supports, brackets and lamps. Replaced the traditional tools for lighting calculations.

To date, lighting systems for roads, various roadways and streets have gone far ahead and continue to develop.

The work is relevant not only in solving the problem of improving the roads of the Republic of Tyva, but also similar technological and design solutions can be applied to lighting on all roads of the Russian Federation.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Искусственное освещение автомобильных дорог	8
2. Характеристика объекта проектирования	13
3. Светотехнический расчет	14
3.1 Выбор осветительных приборов	15
3.2 Выбор кронштейнов на опорах освещения	21
3.3 Определение нормативных значений светотехнических параметров	24
3.4 Результат светотехнического расчета	27
4. Расчет нагрузки и выбор источников питания	35
5. Выбор основных элементов осветительной сети	35
5.1 Выбор проводника, светильников и защитной коммутационной аппаратуры.....	35
5.2 Выбор опор для линий электроосвещения.....	43
6. Описание решения по демонтажу опор.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52

ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе описываются проектные решения по устройству уличного искусственного электроосвещения ул. Звездная в г. Кызыле Республики Тыва. Основной целью разработки выпускной квалификационной работы является разработка оптимальных, обоснованных, экономически целесообразных решений, направленных на повышение транспортно-эксплуатационного состояния и безопасности движения транспорта и пешеходов.

Освещение автомобильных дорог – один из самых главных факторов безопасного дорожного движения. Без хорошего освещения проезжей части невозможна безопасная эксплуатация автомобильных дорог общего пользования, а также тротуаров и прилегающей территории. Современное освещение автомобильных дорог – это большие линейные объекты, требующие исключительного подхода в проектировании и монтаже. При проектировании необходимо учесть расположение, рассчитать рациональный расход энергетических ресурсов, выбрать оборудование, которое его обеспечит, а также минимизировать затраты на ремонт и обслуживание сетей освещения дорожного полотна. Именно грамотное построение освещения автомобильных дорог обеспечит комфорт автомобильного движения, правильную их эксплуатацию автомобильных дорог и, самое главное, оно обеспечит безопасное движение, которое обезопасит жизни водителей и пешеходов. На сегодняшний день во многих городах Российской Федерации качество освещения дорожного полотна ниже требуемой нормы в 2 – 3 раза. На территории Республики Тыва ситуация с освещением автомобильных дорог находится на катастрофически низком уровне. Поэтому целью работы является проектирование системы наружного освещения одной из улиц в г. Кызыле.

Основными задачами проектирования уличного освещения является – обеспечить нормальное, удобное, безопасное движение городского транспорта и пешеходов.

1 Искусственное освещение автомобильных дорог

Оборудование искусственным освещением автомобильных дорог имеет одну из главных ролей в безопасном дорожном движении, поскольку позволяет водителям правильно оценивать дорожную обстановку для принятия верных решений в управлении транспортным средством.

Для безопасного дорожного движения в темное время суток и было придумано освещать дорожное полотно искусственным источником света. Первые уличные фонари появились еще в Амстердаме в 1668 году для того, чтобы горожане не падали в каналы ночью.

На сегодняшний день системы освещения автомобильных дорог, различных проезжих частей и улиц ушли далеко вперед и продолжают развиваться. Но освещение автомобильных дорог имеет всего три варианта установки опор освещения [7].

Первый способ – это центральная схема расположения фонарных столбов (рисунок 1). Применяется в местах, где обочина практически отсутствует, в основном его применяют тогда, когда расположение фонарных столбов по обочинам невозможно. Примером служат автомобильные дороги, где дорожное полотно значительно выше уровня земли. Как правило, такие дороги имеют в своем составе мост. Такой способ применяется в строительстве новых и больших автомагистралей или трасс.

К достоинствам такого метода можно отнести, что он обеспечивает равномерное освещение дорожного полотна, а также позволяет сэкономить большие денежные средства на количестве опор освещения по сравнению с двухсторонней схемой, однако эта схема ограничена четырьмя дорожными полосами. Разрешается использовать такой способ освещения только при условии, что ширина разделительной полосы будет составлять не менее 3-4 метров. Электроснабжение центрального расположения опор должно быть обязательно кабельным.

Это многократно увеличивает стоимость этого способа освещения, а также обязательно должна быть огорожена опора с двух сторон заградительными сооружениями, все это необходимые меры предосторожности на случай возникновения дорожно-транспортного происшествия.



Рисунок 1 – Центральное расположение опор проезжей части

Второй способ оборудования искусственным освещением автомобильной дороги – это односторонняя схема расположения опор (рисунок 2). Этот способ является самым распространенным в России. Таким способом освещено более 60 процентов автомобильных дорог. Единственным недостатком этого способа является неравномерное освещение дорожного полотна, потому что прилегающая сторона дороги будет освещена всегда лучше противоположной. В остальном он является самым дешевым и простым. Используется для двух или трех полос.



Рисунок 2 – Односторонняя схема расположения опор

Третий способ освещения дорожного полотна – это двусторонняя схема расположения опор (рисунок 3). Данный способ освещения автомобильных дорог является самым эффективным и одновременно самым дорогим. Как правило, его используют на четырех, шести и восьмиполосных автомобильных дорогах.



Рисунок 3 – Двусторонняя схема расположения опор

В Европе, Азии и США уже давно практикуют использование светодиодного освещения во всех аспектах жизни, особенно, эта тенденция наблюдается в улично-дорожном освещении городов, улиц и автомобильных дорог, которые в темное время суток должны быть качественно освещены.

Например, город Губен в Бранденбурге, (Германия [28]), отремонтировал дорожное освещение в 2013 году и модернизировал световые точки с применением современных энергосберегающих светодиодных технологий. Около 550 светодиодных светильников Streetlight 10 в версии Premium от дочерней компании OSRAM Siteco были установлены в полном городском районе. Это позволяет Guben экономить примерно 60% энергии по сравнению со старой системой. Благодаря новому светодиодному решению не только значительно улучшилось качество света, но и город теперь экономит примерно 60% энергии. Из-за высокого уровня энергосбережения установка новых светильников была субсидирована Федеральным министерством окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии. Чтобы максимально использовать потенциал экономии светодиодов, все светильники были интегрированы в интеллектуальную систему управления освещением и соединены между собой. Уличное управление освещением дает возможность учитывать индивидуальные, специфические требования на месте. Система управления освещением позволяет контролировать отдельные светильники, а также комплектные группы светильников (например, на участках дорог или в городских районах) в соответствии с требованиями и осуществлять централизованный мониторинг.

Еще один крупный районный город Зинген в Германии [29] отремонтировал дорожное освещение, и уже на первом этапе строительства большая часть осветительных приборов была переведена на современные светодиодные технологии. Было установлено около 2700 светодиодных светильников Streetlight 10 от дочерней компании OSRAM Siteco. Это позволяет Singen экономить приблизительно 60% энергии по сравнению со старой системой.

На сегодняшний день во многих городах Российской Федерации качество освещения дорожного полотна ниже требуемой нормы порядка в 2 – 3 раза. Связано это с тем, что конструкции осветительных приборов давно устарели.

Освещенность автомобильных дорог нормируется и определяется нормативными документами: Поэтому здесь существуют жесткие требования и нормы, а также свои ГОСТы. Все они прописаны в специальной документации СНиПы, СанПины, ГОСТы. Основными являются ГОСТ Р 55706-2013 [6], СП 52.13330.2011 [3], СП 42.13330.2011 [4].

В соответствии с СП 52.13330.2011 [3] освещение дорог, площадей и улиц с регулярным автомобильным движением в населенных пунктах необходимо проектировать согласно нормам, приведенные в таблице 1. Средняя яркость [12] дорожного полотна скоростных дорог должна составлять 1,6 кд/м² в границах городов и быть не меньше 1,0 кд/м² вне границ городов на главных въездах в аэропорты, речные и морские порты в независимости от интенсивности дорожного движения.

От правильности выбора светильника и его размещения зависит качество уличного освещения. Подбор осветительной аппаратуры для дорог регламентирует ГОСТ Р 58107.1-2018. Для системы наружного освещения светильники должны отвечать ряду требований:

1. иметь простое и неприхотливое обслуживание;
2. обладать надежной защитой от разнообразных климатических условий (снег, дождь, град, сильные порывы ветра и т.д.);
3. иметь высокий класс влагозащищенности (не менее IP55);
4. обладать антивандальной защитой;
5. потреблять минимум электроэнергии и при этом давать мощный световой поток;
6. продолжительный срок службы, как светильника, так и источников света;

7. наличие оптической системы для создания направленного светового потока.

2 Характеристика объекта проектирования

Автомобильная дорога по улице Звёздная – ВП - двухполосная с шириной каждой полосы в 3,75 м и общей шириной в 7,5 м, покрытие дороги мелкозернистое асфальтобетонное по ГОСТ Р 55708-2013 и коэффициент равномерности освещенности не превышает 0,35. На рисунке 9 предоставлен проектируемый участок искусственного освещения.



Рисунок 4 –Проектируемый участок искусственного освещения

Автомобильная дорога имеет протяженность 3,2 км. На участке полностью отсутствует искусственное освещение дорожного полотна.

Характеристики климатических условий:

- максимальная температура наружного воздуха – плюс 26 С;
- минимальная температура наружного воздуха – минус 47 С;
- район по ветру – III;
- район по гололеду – II;

- нормативная толщина стенки гололеда – 15мм;
- расчетная скорость ветра при гололеде – 32м/с;
- продолжительность гроз в году – 40-60часов;
- рельеф местности в районе – равнинный;
- грунты на трассе в районе строительства – гравийно-песчаный грунт.

3 Светотехнический расчет

Светотехнический расчет производился в специализированной программе Light-in-night v.6.0, которая специализируется на проектировании системы электроснабжения автомобильных дорог и улиц.

Light-in-Night – это приложение для проектирования, позволяющее создавать проекты по освещению улиц и открытых пространств. Приложение помогает спроектировать уличное освещение и подобрать необходимые опоры, кронштейны и светильники.

В программе производился расчет освещения прямолинейной дороги с протяженностью участка 3,2 км. При расчете освещения основными расчетными параметрами являются следующие:

По проезжей части:

- средняя яркость расчетного поля $L_{ср}$;
- коэффициент общей равномерности по яркости $L_{мин}/L_{ср}$;
- коэффициент продольной равномерности по яркости $L_{мин}/L_{маx}$;
- средняя освещенность расчетного поля $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности $E_{маx}/E_{ср}$;
- пороговое приращение яркости T_I ;
- показатель ослепленности P (при использовании старых норм);
- коэффициент использования по освещенности U_E ,

По тротуару:

- средняя освещенность расчетного поля $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности $E_{макс}/E_{ср}$;
- средняя полуцилиндрическая освещенность $E_{пц}$;
- коэффициент использования по освещенности UE .

3.1 Создание проекта и объекты сцены их параметров

Создать проект типа «Прямая дорога» можно несколькими способами:

1. Выбрать на Стартовой странице пункт



Создать новый проект для освещения прямолинейных участков дорог

2. Выполнить команду меню/Файл/Создать/Прямая дорога.

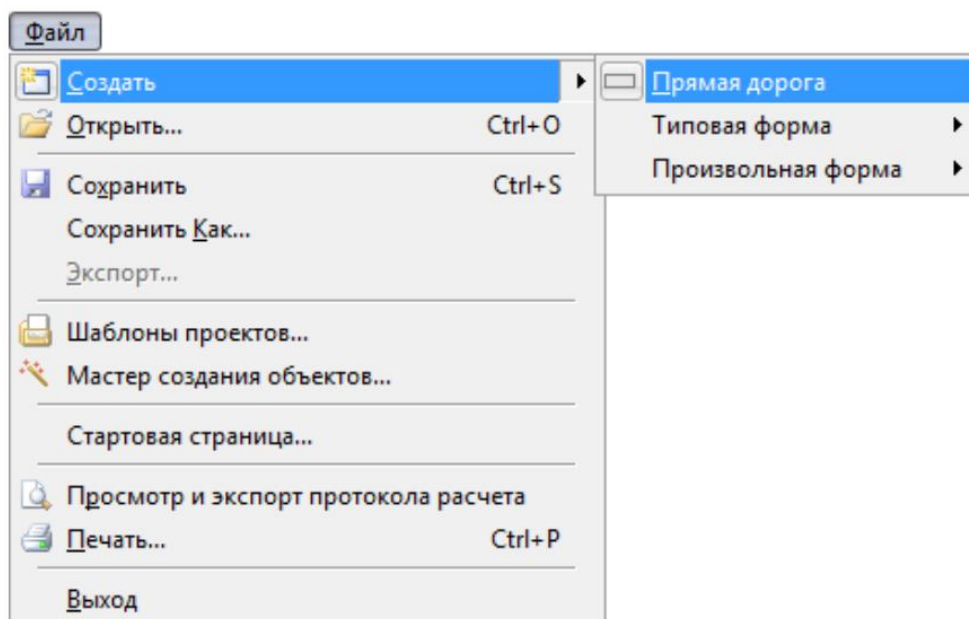


Рисунок 5 – создание объекта Прямая дорога

3. Выполнить команду главного меню Файл/Мастер создания объектов. После этого будет создан проект с параметрами по умолчанию.

В проекте моделируемая сцена представляется в виде совокупности объектов, каждый из которых характеризуется своим набором параметров. На

примере проекта Прямая дорога, как совокупного объекта для светотехнического расчета, мы можем сказать, что проект включает следующие объекты: проезжую часть, тротуар и группу ОП. Каждый объект имеет свои параметры. Например, тротуар имеет ширину, и отступ от проезжей части. А Группа светильников высоту светового центра, наклон кронштейна, разворот опоры и т.д.

Такая же иерархия объектов существует и в программе, которая показана в виде дерева в окне **Объекты**. На рисунке 6 представлено окно создания объекта

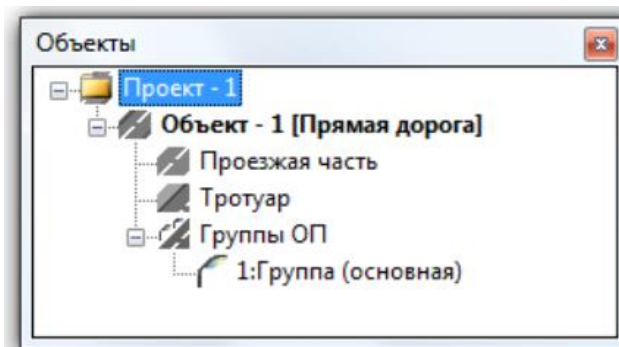


Рисунок 6 – Окно создания объекта

Если мы выбираем какой-то объект, то в окне Параметры мы видим параметры этого объекта.

В окне «Объекты» выбирается объект «Проезжая часть».

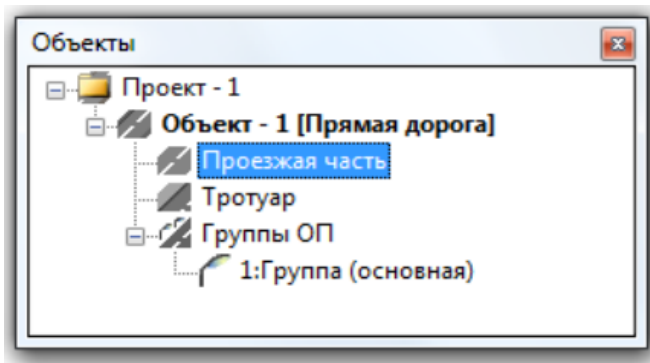


Рисунок 7 – Создание проезжей части

Применяются параметры представлены в окне параметров на рисунке 8

Параметры	
Общие	
Название	Проезжая часть
Состояние	Включено
Движение	двустороннее
Покрытие	мелкозернистое
Параметры ПЧ (основное направление)	
Число полос	2
Ширина полосы, м	3,75
Параметры ПЧ (встречное направление)	
Состояние	Включено
Число полос	3
Ширина полосы, м	3,75
Разделительная полос	Да
Число полос	
Число полос движения	

Рисунок 8 – Выбор числа полос автомобильной дороги

На рисунке 9 представлены параметры для объекта «тротуар»

Параметры	
Общие	
Название	Тротуар
Правый тротуар	
Состояние	Включено
Ширина, м	3
Зазор, м	12
Левый тротуар	
Состояние	Включено
Ширина, м	3
Зазор, м	12
Зазор, м	
Ширина зазора между проезжей частью и тротуаром	

Рисунок 9 – Установка параметров тротуара

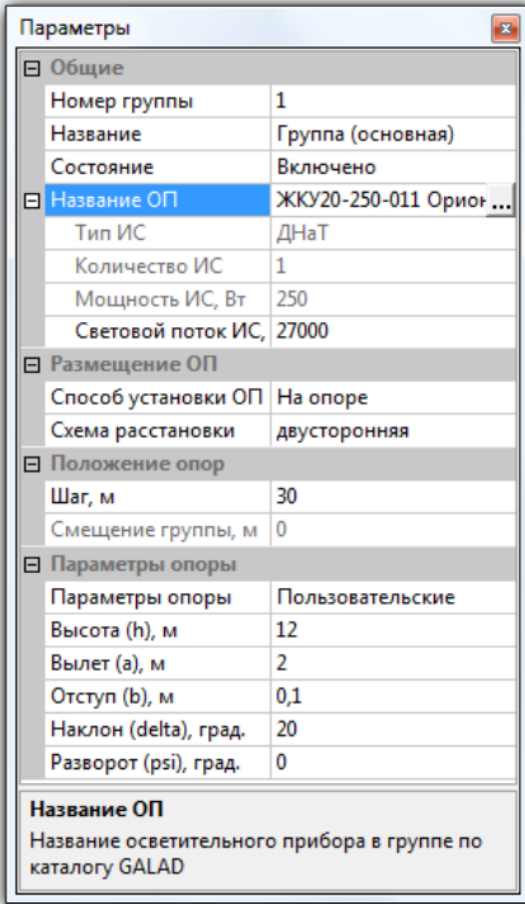
Под элементом Группы осветительного прибора по умолчанию присутствует элемент 1:Группа (название по умолчанию), которая определяет совокупность однотипных осветительных приборов, расположение которых определяется Схемой расстановки. Первая группа осветительных приборов является основной. По ней определяется длина расчетного участка дороги равная шагу ОП.

Из контекстного меню (клик правой кнопкой мыши по объекту 1:Группа) можно осуществить следующие команды:

Добавить группу – создание новой группы;

Создать копию – создание новой группы с параметрами исходной;

Удалить группу – удаление выделенной группы (кроме основной).



Параметры	
Общие	
Номер группы	1
Название	Группа (основная)
Состояние	Включено
Название ОП	
Название ОП	ЖКУ20-250-011 Орион ...
Тип ИС	ДНаТ
Количество ИС	1
Мощность ИС, Вт	250
Световой поток ИС	27000
Размещение ОП	
Способ установки ОП	На опоре
Схема расстановки	двусторонняя
Положение опор	
Шаг, м	30
Смещение группы, м	0
Параметры опоры	
Параметры опоры	Пользовательские
Высота (h), м	12
Вылет (a), м	2
Отступ (b), м	0,1
Наклон (delta), град.	20
Разворот (psi), град.	0

Название ОП
Название осветительного прибора в группе по каталогу GALAD

Рисунок 10 – Параметры осветительного прибора

Название – параметр определяет название группы осветительного прибора, которое может устанавливаться пользователем. В совокупности с параметром Номер группы образует полное наименование группы, например – 1:Группа.

Состояние – параметр с двумя значениями: Включено и Выключено, который позволяет включить или выключить данную группу осветительного прибора из расчета.

Название осветительного прибора – определяет выбранный осветительный прибор для данной группы осветительного прибора. Тип источника света, Количество источников света и Мощность источника света являются недоступными для редактирования. Четвертый параметр Световой поток источника света является редактируемым, что позволяет корректировать значение светового потока для источника света разных производителей.

Способ установки осветительных приборов – параметр, определяющий способ крепления осветительного прибора на несущем элементе. Имеются следующие варианты:

- на опоре (традиционный для уличного освещения способ установки ОП)
- на мачте (используется для освещения крупных магистралей с помощью прожекторов, установленных на осветительных мачтах или высокомачтовых опорах)
- на торшере (используется для пешеходных улиц и парковых зон с помощью венчающих осветительных приборов)

Схема расстановки – параметр, определяющий схему размещения осветительного прибора данной группы относительно проезжей части. При активизации этого параметра были приложены схемы из шести возможных:

- односторонняя правая
- односторонняя левая
- двусторонняя

- шахматная
- центральная
- подвесная

Параметры опоры можно задать самостоятельно как пользовательские, требуемых параметров, или как типовые с выбором подходящей опоры и кронштейна из предлагаемых списков базы данных металлоконструкций компании Opora Engineering.

В режиме Пользовательские задаются следующие параметры:

Высота (h), м – высота светового центра осветительного прибора относительно основания опоры (надземной части).

Вылет (a), м – расстояние (в плане) от светового центра осветительного прибора до оси опоры.

Отступ (b), м – расстояние от ближайшего края проезжей части до оси опоры или до светового центра осветительного прибора (при подвесной схеме).

Наклон (δ), град. – угол наклона продольной оси осветительного прибора относительно горизонта (вверх) в градусах.

Разворот, град. – угол разворота кронштейна или продольной оси осветительного прибора (при подвесной схеме) относительно поперечного сечения дороги (в плане) в градусах. Положительное значение параметра соответствует движению по часовой стрелке при виде сверху.

Смещение группы, м – смещение группы осветительного прибора по оси X (вдоль дороги) относительно основной группы, стоящей первой в списке групп осветительного прибора. Для основной группы параметр является не редактируемым.

Параметр Смещение группы может использоваться при установки осветительного прибора с неравномерным шагом в ряду.

В режиме Типовые значения конструктивных параметров опор и кронштейнов устанавливаются автоматически и не редактируются, а задаются значения только параметров Отступ, Разворот и Смещение группы (для неосновных групп).

Описание параметров групп осветительного прибора для способов установки осветительного прибора на мачте см. в разделе Расстановка групп осветительных приборов.

3.1 Выбор осветительных приборов

Выбор осветительного прибора производится из базы данных путем активации диалогового окна «Каталог GALAD».

Вид диалогового окна представлен на рисунке 11. Окно базы данных осветительных приборов представлено на рисунке 12

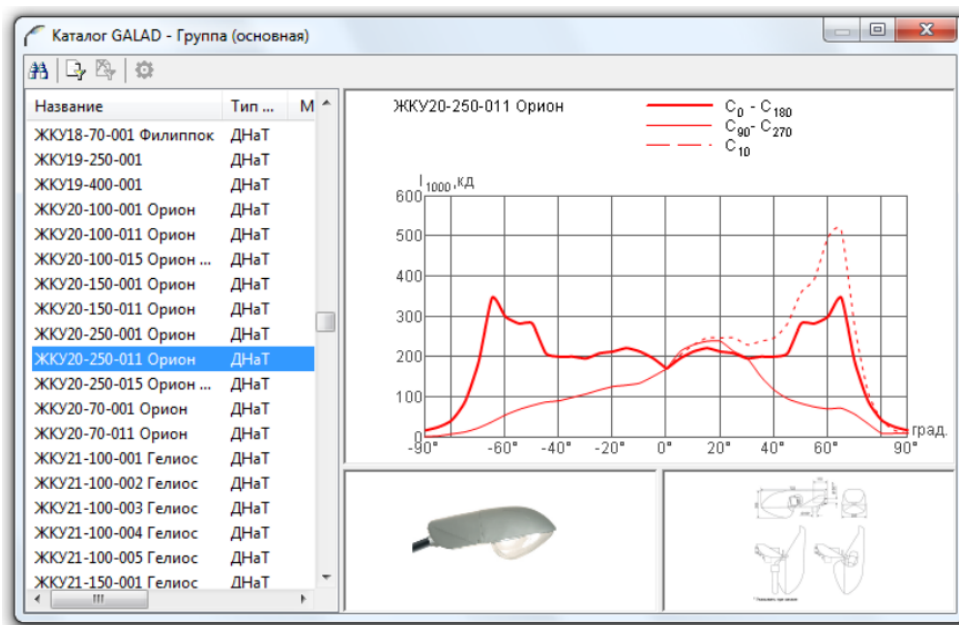


Рисунок 11 – Диалоговое окно для выбора осветительного прибора

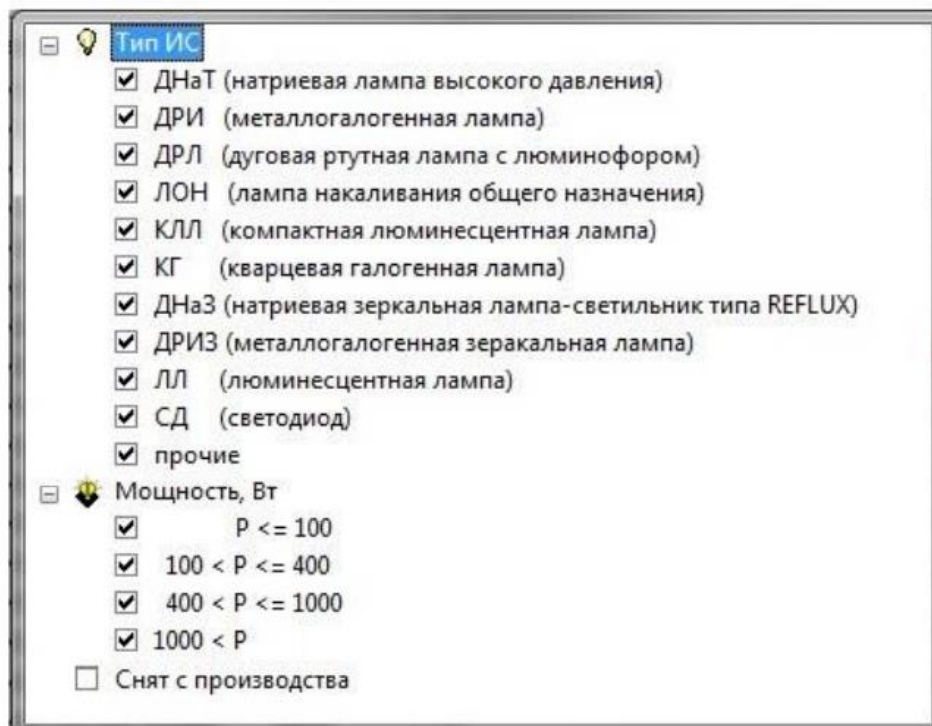


Рисунок 12 – Окно базы данных GALAD для выбора осветительных

При выборе осветительного прибора в списке в правой области окна изображается график кривая силы света выбранного осветительного прибора в полярной системе координат (по умолчанию). Кривая силы света на графике представляются в зависимости от принятой при фотометрировании системы С- γ или В- β :

- для круглосимметричных ОП: в виде одной жирной кривой в меридиональной плоскости С0;
- для ОП, симметричных относительно главной продольной и поперечной плоскостей, в виде двух кривых: жирной – в плоскости С0-С180 и тонкой – в плоскости С90-С270; или плоскостях В0 и Q0 соответственно;
- для ОП, имеющих в системе С- γ максимумы вне главной продольной и поперечной плоскостей (например, уличные светильники с боковой КСС), или в системе В- β максимум вне главной продольной плоскости (например, прожекторы типа "кососвет"), в виде трех кривых: жирной – в плоскости С0-

C180, тонкой – в плоскости C90-C270; и пунктирной – в плоскости, проходящей через максимум: Стах, или соответственно в плоскостях B0, Q0 и Bmax. На рисунках 13-14 изображена ось вращения плоскостей и оптическая ось систем C- γ и B- β

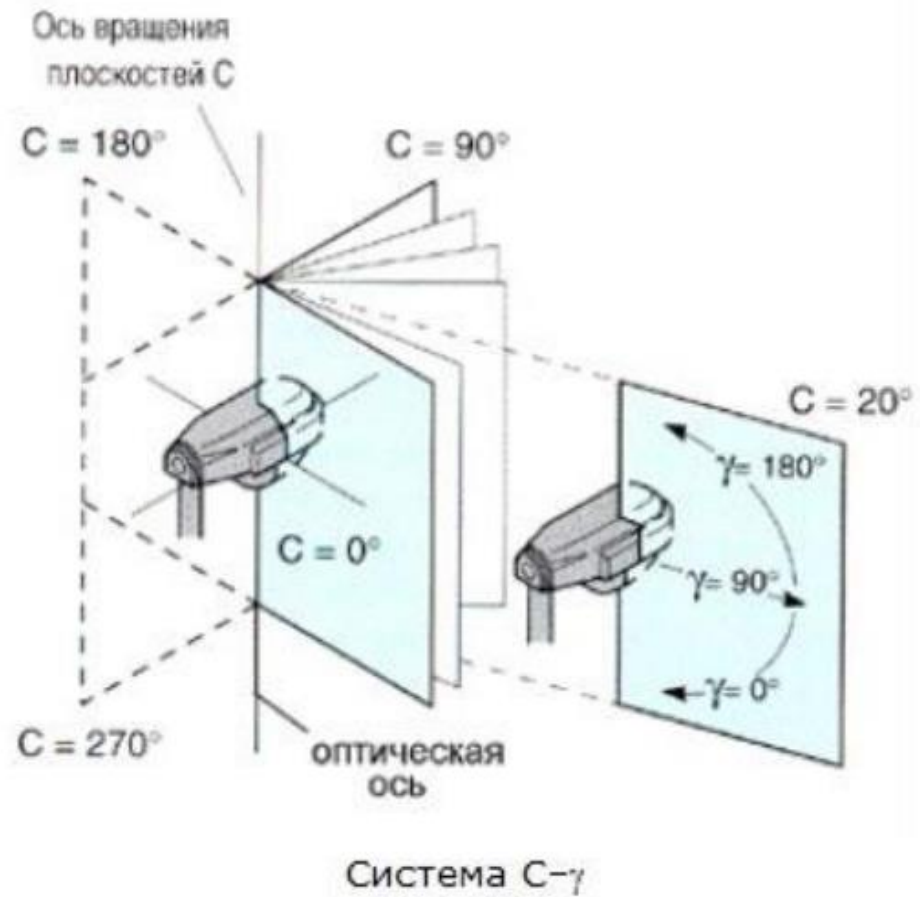


Рисунок 13 – Система С- γ

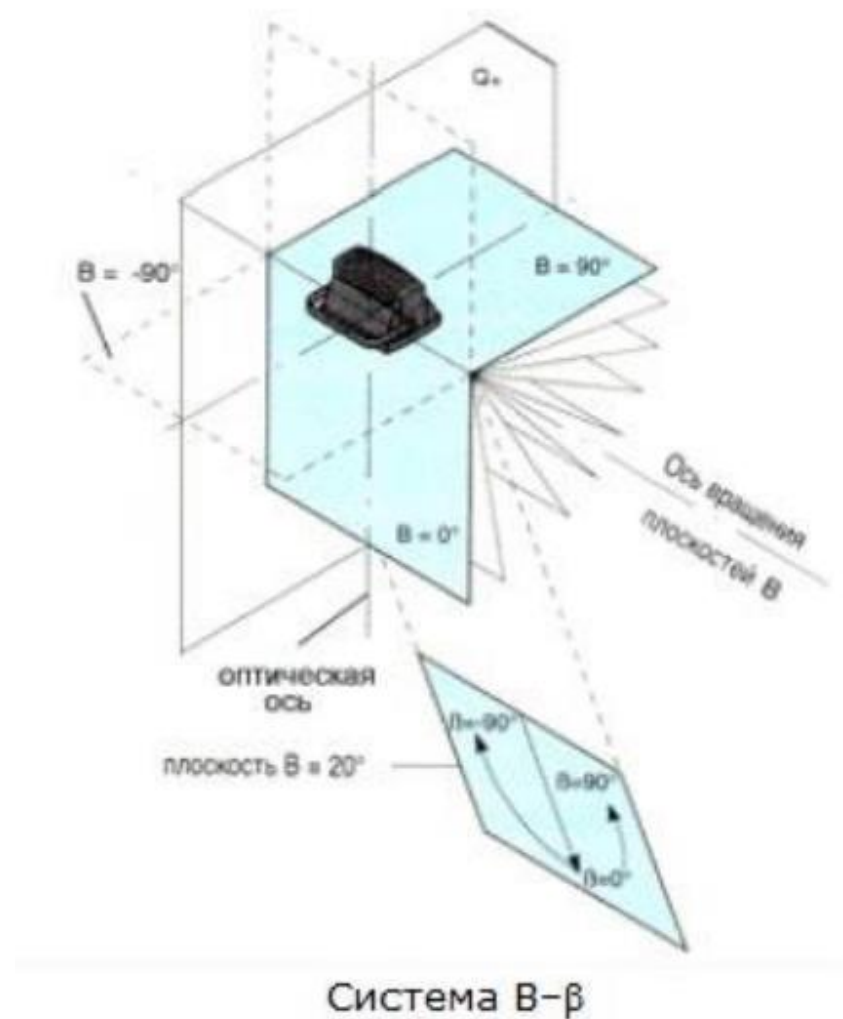


Рисунок 14 – Система В-β

После выбора в списке нужного ОП нажмите на клавишу Enter или сделайте двойной клик по выделенному ОП. При этом окно Каталог GALAD закроется, а наименование и параметры выбранного ОП отобразятся в параметрах группы. По условиям нашего примера выбираем прибор ЖКУ20-250-011.

3.2 Выбор кронштейнов на опорах освещения

В качестве опорной конструкции в нашем проекте используется осветительная опора с двумя кронштейнами, расположенными в одной вертикальной

плоскости (двухрожковый 47 кронштейн), который выбирается из представленной в программе базы данных металлоконструкций компании Opora Engineering.

Окно выбора параметров опор освещения представлено на рисунке 15

Параметры	
Общие	
Номер группы	1
Название	Группа (основная)
Состояние	Включено
Название ОП	
Название ОП	ЖКУ20-250-011 Орион
Тип ИС	ДНаТ
Количество ИС	1
Мощность ИС, Вт	250
Световой поток ИС	27000
Размещение ОП	
Способ установки ОП	На опоре
Схема расстановки	двусторонняя
Положение опор	
Шаг, м	30
Смещение группы, м	0
Параметры опоры	
Параметры опоры	Пользовательские
Высота (h), м	Пользовательские
Вылет (a), м	Типовые
Отступ (b), м	0,1
Наклон (delta), град.	15
Разворот (psi), град.	0

Рисунок 15 – Параметры опоры освещения

При этом откроется диалоговое окно Каталог Opora Engineering, где можно выбрать подходящий тип осветительной опоры и соответствующий ей кронштейн.

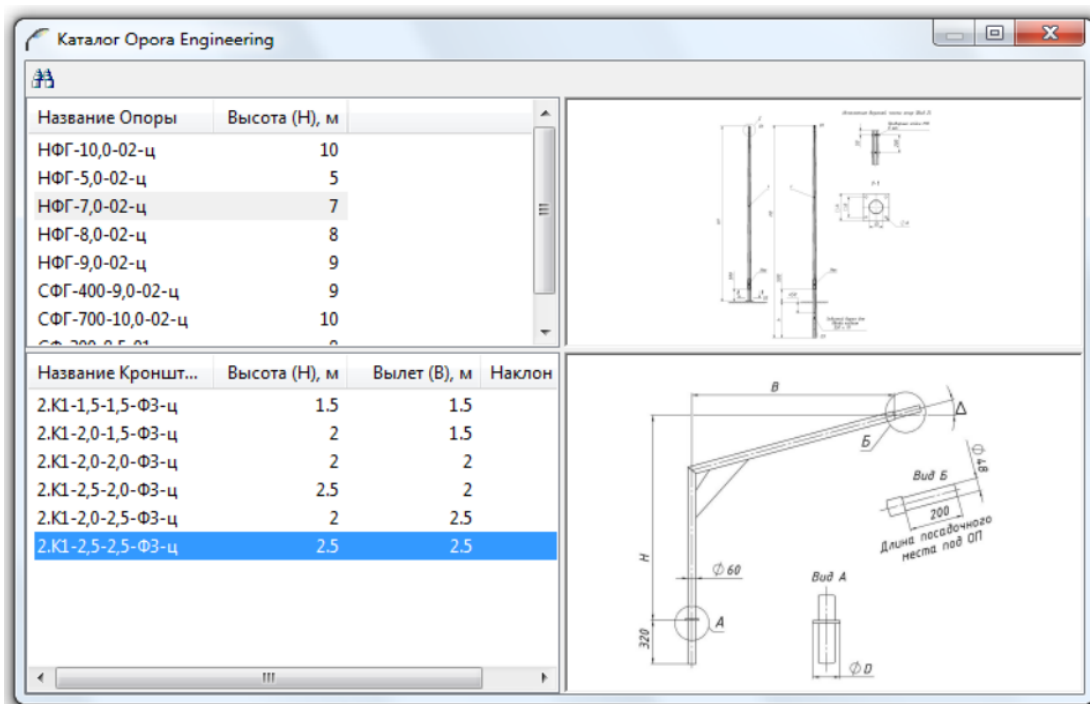


Рисунок 16 - Диалог выбора опоры и кронштейна из базы данных каталога Opora Engineering.

В настоящий момент представленные в окне списки опор и кронштейнов еще не охватывают всей номенклатуры металлоконструкций Opora Engineering. В частности, отсутствует необходимый нам двухрожковый кронштейн.

Поэтому, были выбраны параметры опоры в режиме пользовательские. Установлены следующие значения для одного из кронштейнов (верхнего):

- высота – 12 м;
- вылет – 2 м;
- отступ – 0 м;
- наклон – 20° ;
- разворот – 0° .

Нижний кронштейн выбирается аналогично.

В окне Параметры было задано значение Вылета, равное 1,2м, значение высоты, равное 11,2м.

На рисунке 17 используется двухрожковый кронштейн

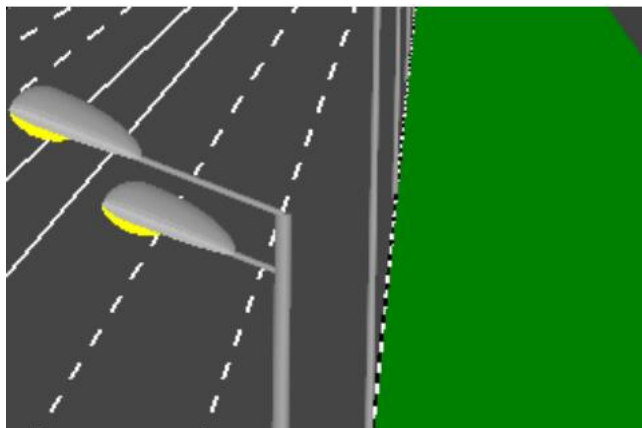


Рисунок 17 – Двухрожковый кронштейн

В результате, используя две группы ОП, мы создали имитацию двухрожкового кронштейна.

Важно отметить, что для проекта Прямая дорога количество осветительных приборов в ряду, учитываемых в расчете и отображаемых в сцене, зависит от высоты и шага расстановки осветительных приборов. Таким образом, были сформированы исходные данные для нашей сцены и с использованием светотехнического расчета.

3.3 Определение нормативных значений светотехнических параметров

Программа позволяет не только получить расчетные значения выходных параметров, но и сразу оценить их на соответствие нормативным значениям.

Для этого существует специальный инструмент, называемый Помощник по нормам, который помогает правильно классифицировать освещаемый объект и определить для него значения нормативных параметров в соответствии с действующими нормами освещения.

На рисунке 18 в окне Параметры выбираем «Нормы».

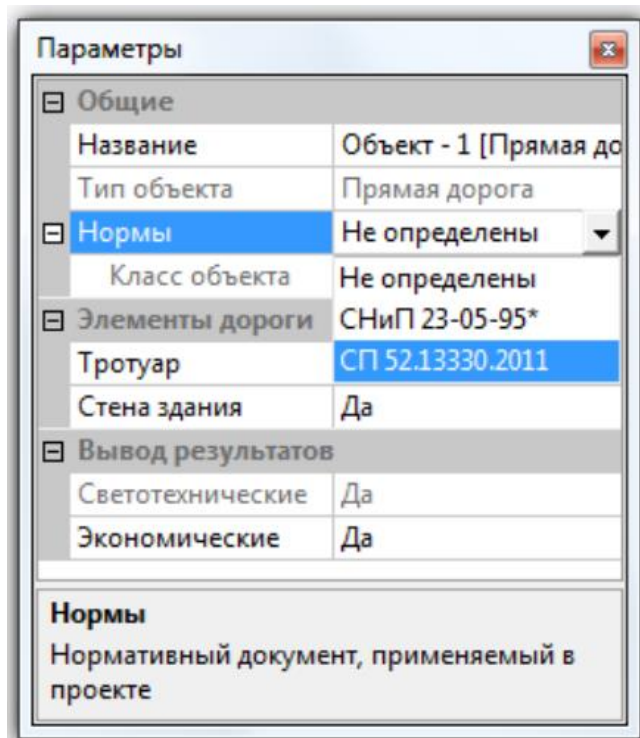


Рисунок 18 – Выбор нормативных документов

При активизации параметра Нормы открывается список нормативных документов, по которым можно выбрать нормативный документ для объекта освещения.

В данной версии программы диалоги охватывают положения указанных выше нормативных документов, относящиеся к нормированию практически всех объектов утилитарного наружного освещения. В каждом диалоге приведены ссылки на соответствующие пункты СП или СНиП. В завершающем окне приводятся характеристика выбранного освещаемого объекта и таблица значений нормативных показателей, регламентируемых для такого объекта.

Для нашего примера результат выполнения работы помощника по нормам имеет следующий вид, изображенный на рисунке 19 «Помощник по нормам»:

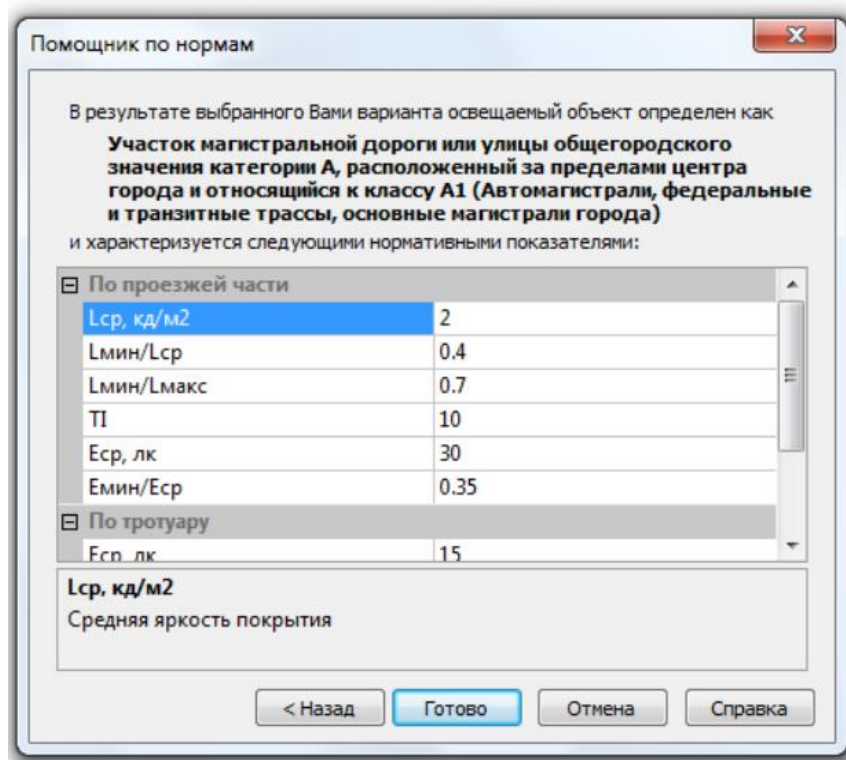


Рисунок 19 – Помощник по нормам

В некоторых случаях имеется возможность повысить значения средней яркости (освещенности) в соответствии с п.7.36 СП 52.13330.2011 или п.7.43 СНиП 23-05-95*. Для этого в окне справа имеется значок, кликнув который можно из открывшегося списка выбрать требуемое повышенное значение яркости (освещенности). Обновленное значение будет выделено красным цветом. При этом значения других показателей, зависящих от этого показателя, будут автоматически переопределены в соответствии с положениями норм и в случае их изменения также выделяются красным цветом.

На рисунках 20-21 видим результаты выбранного нами варианта освещенности объекта

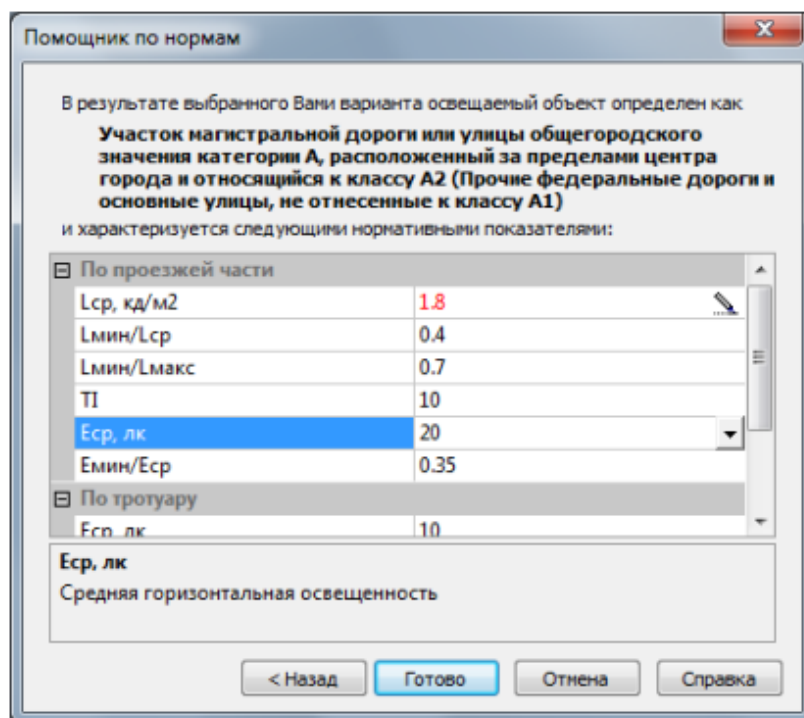
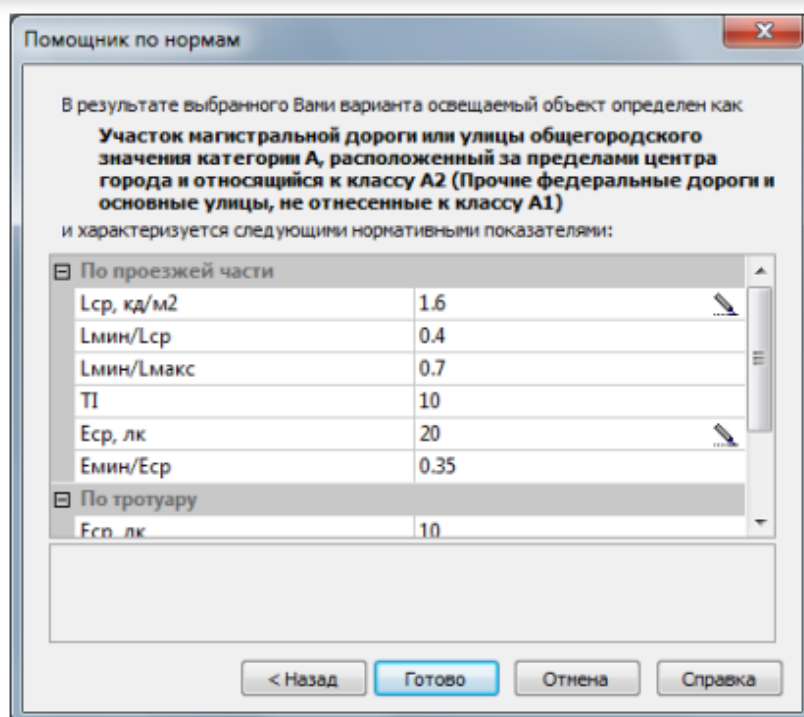


Рисунок 20-21 – Помощник по нормам

При выходе из Помощника по нормам значения нормативных показателей запоминаются и после расчета освещения объекта приводятся в окне Светотехнические результаты и Протоколе расчета.

3.4 Результат светотехнического расчета

В проекте было рассмотрено 2 участка дороги: прямая и с изгибами
В ходе выполнения расчета были получены следующие данные.

По проезжей части:

- средняя яркость расчетного поля – $L_{ср}$;
- коэффициент общей равномерности по яркости – $L_{мин}/L_{ср}$;
- коэффициент продольной равномерности по яркости – $L_{мин}/L_{мах}$;
- средняя освещенность расчетного поля – $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности – $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности – $E_{мах}/E_{ср}$;
- пороговое приращение – T_l ;
- показатель ослепленности – P ;
- коэффициент использования по освещенности – UE ,

По тротуару:

- средняя освещенность расчетного поля – $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности – $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности – $E_{мах}/E_{ср}$;
- средняя полуцилиндрическая освещенность – $E_{пц}$;
- коэффициент использования по освещенности – UE .

по стенам домов, примыкающих к улице:

- максимальная освещенность – $E_{мах}$.

Для остальных объектов которые не относятся к нашим параметрам
освещения автомобильной дороги:

по проезжей части:

- средняя освещенность расчетного поля – $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности – $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности – $E_{мах}/E_{ср}$;
- коэффициент использования по освещенности – UE ;

- максимальная сила света осветительного прибора под углом 800 к вертикали – I80;
- максимальная сила света осветительного прибора под углом 850 к вертикали – I85.

по тротуарам:

- средняя освещенность расчетного поля – $E_{ср}$;
- коэффициент равномерности по освещенности – $E_{мин}/E_{ср}$;
- коэффициент неравномерности – $E_{макс}/E_{ср}$;
- коэффициент использования по освещенности – U_E .

На рисунке 22 показаны расчетные значения, соответствующие нормативным, выделяются синим цветом, а несоответствующие – красным.

По проезжей части

Показатель	Объект - 1
$L_{ср}$, кд/м ²	3.23 (2.0)
$L_{мин}/L_{ср}$	0.37 (0.4)
$L_{мин}/L_{макс}$	0.66 (0.7)

$E_{ср}$, лк	49.9 (30)
$E_{мин}/E_{ср}$	0.48 (0.35)
$E_{макс}/E_{ср}$	1.5
TI, %	22.4 (10.0)
P	118
U_E	0.61

Рисунок 22 – Показатели освещенности объекта

При расчете показателей яркости освещенности объекта выполняется для определения освещения по каждой полосе движения. В сводку результатов попадает наихудшее с точки зрения норм (в данном случае – наименьшее) значение соответствующего параметра. При этом может случиться так, что освещенность проезжей части будет не равномерна, например: значение Средней яркости $L_{ср}$ относится к первой полосе движения, а значение Общей равномерности $L_{мин}/L_{ср}$ – на второй, а значение Продольной равномерности $L_{мин}/L_{макс}$ – на третьей полосе. Понятно, что сравнивать между собой эти

показатели бессмысленно. Главное, что сводка дает возможность сразу оценить, по каким параметрам расчетные значения не соответствуют нормативным.

Таблица 1 – Результаты светотехнического расчета из программы Lightin-night v.6.0.

Результаты расчета		Сводные данные		
		Расчет		Норма
		(Соответствие)		
По проезжей части				
Показатели яркости				
Средняя, кд/м ²	L _{ср}	0.81	(+)	≥ 0.6
Кэффициент общей равномерности	L _{мин} /L _{ср}	0.48	(+)	≥ 0.4
Кэффициент продольной равномерности	L _{мин} /L _{макс}	0.58	(+)	≥ 0.5
Показатели освещенности				
Средняя, лк	E _{ср}	15.5	(+)	≥ 10
Максимальная, лк	E _{макс}	30.9		
Минимальная, лк	E _{мин}	6.7		
Кэффициент равномерности	E _{мин} /E _{ср}	0.43	(+)	≥ 0.25
Отношение максимальной к средней	E _{макс} /E _{ср}	2.0		
Другие показатели				
Показатель ослепленности, %	P	26		
Пороговое приращение яркости, %	П	3.8	(+)	≤ 15.0
Кэффициент использования по освещенности	U _ε	0.25		
По тротуару (правый)				
Средняя гор. освещенность, лк	E _{ср}	7.4	(+)	≥ 5
Макс. гор. освещенность, лк	E _{макс}	10.8		
Мин. гор. освещенность, лк	E _{мин}	4.7		
Кэффициент равномерности	E _{мин} /E _{ср}	0.63	(+)	≥ 0.30
Отношение макс. освещенности к средней	E _{макс} /E _{ср}	1.5		
Средняя полуцилиндр. освещенность, лк	E _{пц, мин}	0.7		
Кэффициент использования по освещенности	U _ε	0.03		
По тротуару (левый)				
Средняя гор. освещенность, лк	E _{ср}	18.5	(+)	≥ 5
Макс. гор. освещенность, лк	E _{макс}	31.0		
Мин. гор. освещенность, лк	E _{мин}	8.7		
Кэффициент равномерности	E _{мин} /E _{ср}	0.47	(+)	≥ 0.30
Отношение макс. освещенности к средней	E _{макс} /E _{ср}	1.7		
Средняя полуцилиндр. освещенность, лк	E _{пц, мин}	0.8		
Кэффициент использования по освещенности	U _ε	0.08		

В таблице 1 знаками (+) отмечены обязательные показатели, которые прописаны в СП 52.13330.2011, без знака (+) необязательные показатели. Показатели яркости, освещенности, а также пороговое приращение яркости полностью соответствуют СП 52.13330.2011.

На рисунках 23-24 показаны распределения освещенности с границами, зонами и линиями показателя освещенности.

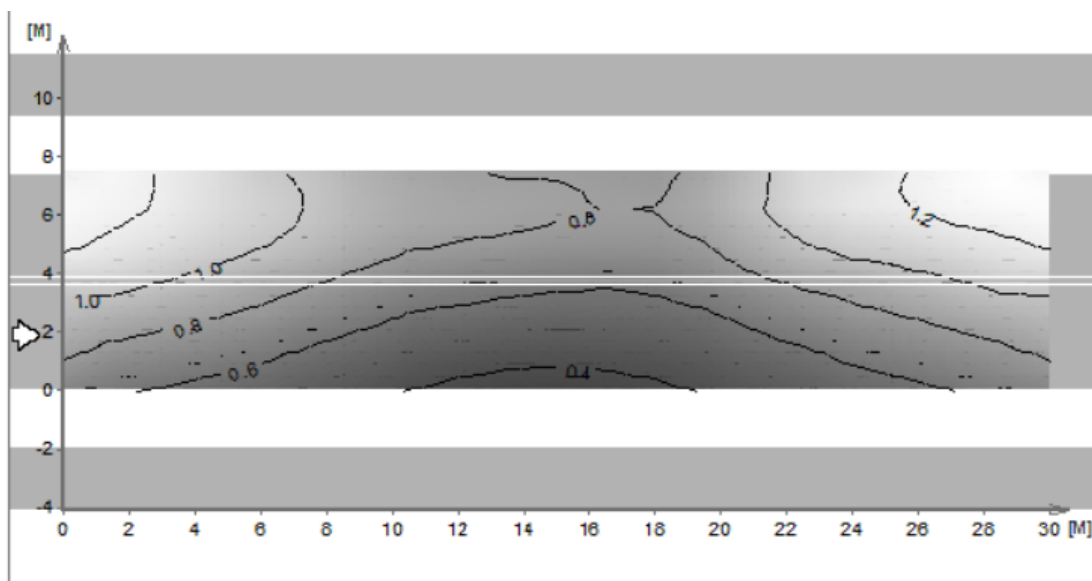


Рисунок 23 – График распределения освещенности с границами и линиями показателя освещенности

Рисунок 23 и рисунок 24 показывают, как распределены линии освещенности на дорожном полотне, а также участки в какой мере и каком месте дороги, относительно расположения опоры со светильником, будут освещены.

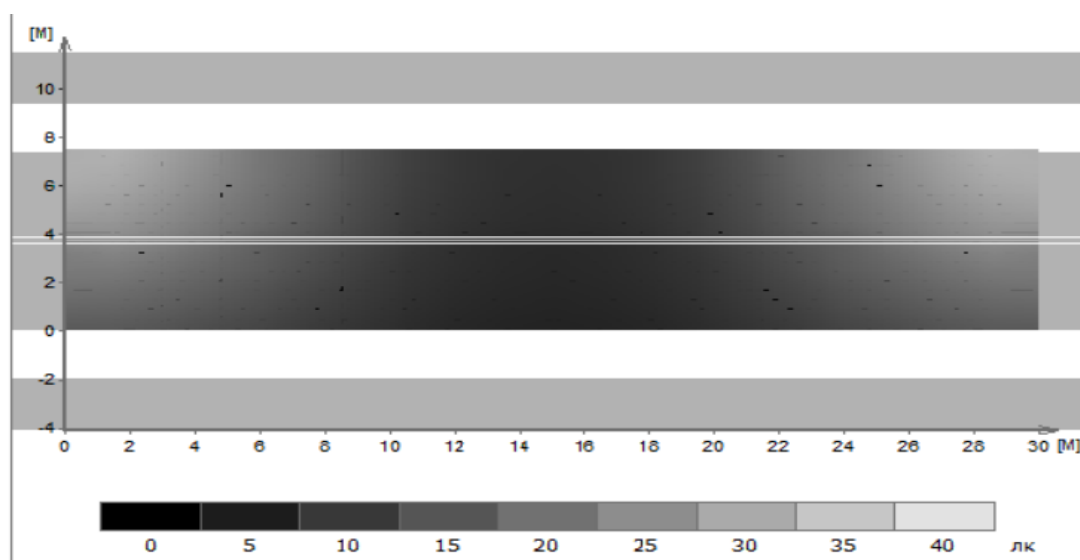


Рисунок 24 – График распределения освещенности с зонами освещенности.

4 Расчет нагрузки и выбор источников питания

Электрические нагрузки наружного освещения определяются исходя из норм осветительных нагрузок (СНиП) [8].

Расчет нагрузки наружного освещения проводился по формуле:

$$P_{н-ка} = P_{уд.ул.о.} * L_{ул}, \quad (1)$$

где $P_{н-ка}$ – расчетная нагрузка, кВт; $P_{уд.ул.о} = 8,5$ – удельная расчетная нагрузка уличного освещения местного назначения, кВт/км; $L_{ул} = 3,2$ – длина улицы, км.

$$P_{н-ка} = 8,5 * 3,2 = 27,2 \text{ кВт}$$

Электроснабжение электрических сетей наружного освещения территории ул. Звездная в г. Кызыле Республики Тыва, осуществляется от двух ближайших точек подключения: от ТП 10/0,4кВ №372/400кВА до проектируемой опоры №81, которая находится на расстоянии 283 м от ТП 10/0,4кВ №247/250кВА до проектируемой опоры №90, которая находится на расстоянии 335 м

5 Выбор основных элементов осветительной сети

5.1 Выбор проводника, светильников и защитной коммутационной аппаратуры.

Расчет сопротивления линии наружного освещения проводим по формуле:

$$Z_{л} = \sqrt{R_{уд}^2 + X_{уд}^2} * L + Z_{тр} + Z_{дуг}, \quad (2)$$

где $Z_{л}$ – сопротивление линии, $R_{уд} = 0,443$ – активное сопротивление провода, Ом; $X_{уд} = 0,085$ – индуктивное сопротивление провода, Ом; $L = 1,310$

– длина провода на первом участке, 1,331 – длина провода на втором участке, км; $Z_{тр} = 0,06$ – сопротивление трансформатора; $Z_{дуг} = 0,05$ – сопротивление дуги. Руд и Худ взяты из таблицы сопротивление проводов СИП-4 [5]

$$Z_{л1} = \sqrt{0,443^2 + 0,085^2} * 1,310 + 0,06 + 0,05 = 0,701 \text{ Ом},$$

$$Z_{л2} = \sqrt{0,443^2 + 0,085^2} * 1,331 + 0,06 + 0,05 = 0,710 \text{ Ом},$$

Ток короткого замыкания определяется по формуле:

$$I_{кз} = \frac{U}{Z_{л}}, \quad (3)$$

где $I_{кз}$ – ток короткого замыкания, А; U – напряжение сети принимаем 380, В; $Z_{л}$ – сопротивление линии первого участка 0,701, сопротивление второго участка 0,710, Ом.

$$I_{кз1} = \frac{380}{0,701} = 542 \text{ А}$$

$$I_{кз2} = \frac{380}{0,710} = 535 \text{ А}$$

Номинальный ток автомата выбирается с учетом ГОСТа Р 50345-2010. В этом нормативном документе указываются рекомендованные токи выключателей.

Расчет номинального тока автоматического выключателя проводится по формуле:

$$I_{н} = \frac{P}{\cos\varphi * U * \sqrt{3}}, \quad (4)$$

где $I_{н}$ – номинальный ток ВА, А; P – мощность ЭП на первом участке 7,4, мощность ЭП на втором участке 8,0, Вт; U – напряжение в сети принимаем 0,38, В.

$$I_{н1} = \frac{7,4}{0,98 * 0,38 + \sqrt{3}} = 11,5 \text{ А}$$

$$I_{н2} = \frac{8,0}{0,98 * 0,38 + \sqrt{3}} = 12,4 \text{ А}$$

Далее автоматический выключатель подбирается по токовые характеристики времени срабатывания. Норматив времени срабатывания должен быть не более 4 секунд.

Коэффициент срабатывания защиты автоматического выключателя определяется по формуле:

$$K = \frac{I_{кз}}{I_n}, \quad (5)$$

где K – коэффициент срабатывания защиты автоматического выключателя; $I_{кз}$ – ток короткого замыкания для первого участка принимаем 542, а второго участка принимаем 535, А; I_n – номинальный ток для первого и второго участка принимаем 20, А.

$$K1 = \frac{542}{20} = 27,05 \text{ А} \approx 0,007 \text{ сек.}$$

$$K2 = \frac{535}{20} = 26,75 \text{ А} \approx 0,007 \text{ сек.}$$

По времени токовой характеристики ВА определялось время срабатывания ВА, обеспечивающих защиту электрической цепи от сверхтоков. Исходя из это время отключения получается не более 5с, что является нормой срабатывания автоматического срабатывания.

В щитках ЩУО1 и ЩУО2 установим автоматические выключатели типа ВА 47-29 с током 20А, которые будут отвечать за защиту от токовых перегрузок и короткого замыкания. Второй выключатель ВА 47-29 16А отвечает за коммутацию отходящего фидера. Данные автоматические выключатели были

проверены на способность защитить линию электроосвещения от коротких замыканий.

Для освещения данной дороги были выбраны светодиодные светильники марки jazzway. Светодиодные светильники по всем параметрам превосходят другие используемые для освещения автомобильных дорог искусственные источники света, а именно ДРЛ, ДРИ и лампы ДНаТ. Светодиодные светильники были выбраны по следующим соображениям:

1. Лампы ДРЛ попали под запрещение по ртути: с 2020 года был введен запрет на их производство, экспорт и импорт.

2. Лампы ДНаТ, на первый взгляд, по своим характеристикам не сильно отличаются от светодиодов, однако, мало кто знает, что эти лампы начинают сильно деградировать, производители этот факт стараются скрывать. Поэтому при проектировании и световых расчетах этот факт необходимо учитывать. Лампы ДНаТ после первых двух или трех месяцев теряют порядка пятнадцати процентов светового потока, а после года эксплуатации лампа потеряет тридцать процентов светового потока. Например, лампа ДНаТ 150 имеет световой поток 15000 лм, через два или три месяца ее световой поток будет равен $15000 - 15\% = 12750$ лм, а через год $15000 - 30\% = 10000$ лм. Еще один минус ламп ДНаТ это энергопотребление.

3. При использовании автоматических систем управления освещением именно со светодиодными светильниками можно добиться высокого показателя экономии электроэнергии, а также на базе светодиодов расширяются возможности систем автоматического управления освещением.

Марка jazzway была выбрана исходя из необходимости выбрать надежный, защищенный, дешевый, имеющий эффективное светораспределение, а также иметь возможность интегрироваться в автоматическую систему управления наружным освещением. Таким светильником является jazzway PSL 05-02 100W.

jazzway PSL 05-02 100W имеет следующие характеристики:

- мощность в 100 Вт;

- световой поток 10000 лм;
- климатическое исполнение УХЛ1;
- степень защиты от влаги и пыли IP65.

На рисунке 25 изображен выбранный светильник для освещения проезжей части



Рисунок 25 – Светильник jazzway PSL 05-02 100W

Первая точка подключения к ТП №372/400кВА будет включать в себя 74 светильника, вторая точка подключения ТП №247/250кВА будет включать в себя 80 светильников jazzway PSL 05-02 100W. Суммарная мощность участка составляет 15,4 кВт [16]:

Формула расчета мощности первого участка сети, кВт:

$$P_{\text{ф}} = N * P_{\text{св.}} \quad (6)$$

Где $P_{\text{ф}}$ – расчетная мощность первого участка сети, кВт; N – количество светильников на первом участке 74 шт.; $P_{\text{св.}}$ – мощность одного светильника принимаем 100Ватт.

$$P_{\phi 1} = 74 * 100 = 7,4 \text{ кВт}$$

Второй участок сети будет включать в себя 80 светильников jazzway PSL 05-02 100W и суммарно будет иметь мощность, равное 8,0 кВт:

$$P_{\phi 2} = 80 * 100 = 8,0 \text{ кВт} \quad (7)$$

Расчет потерь напряжения производился с использованием методики [4] по формуле:

$$\Delta U = \frac{C * P_{\phi} * L}{S1}, \quad (8)$$

где ΔU – потери напряжения в %; P_{ϕ} – расчетная мощность первого участка сети, кВт; L – длина провода, км; S – площадь сечения провода, мм²; $C=20,5$ – вспомогательный коэффициент для алюминиевых проводников;

Потери напряжения на первом и втором участках сети составляет:

$$\Delta U_1 = \frac{20,52 * 7,4 * 1,310}{70} = 2,84\%$$

$$\Delta U_2 = \frac{20,52 * 8,0 * 1,331}{70} = 2,88\%$$

Выбор сечения провода производился при условии падения напряжения на последнем светильнике не более 5% (ПУЭ) [2]. Подключение освещения, будет осуществляться от двух трансформаторных подстанций, существующих трансформаторной подстанции №372/400кВА и трансформаторной подстанции №247/250кВА проводом СИП-4 4x70мм² до шкафа щита управлением освещением 1 и щита управления освещением 2 для учета электроэнергии. щита управлением освещением 1 и щита управления освещением 2 наружного освещения будут располагаться на опорах №81 и №90. В шкафу наружного освещения будет осуществляться подключение и управление линией освещения [24].

Расчетные схемы наружного освещения щита управления освещением 1 и щита управления освещением 2, приведены на рисунках 26-27.

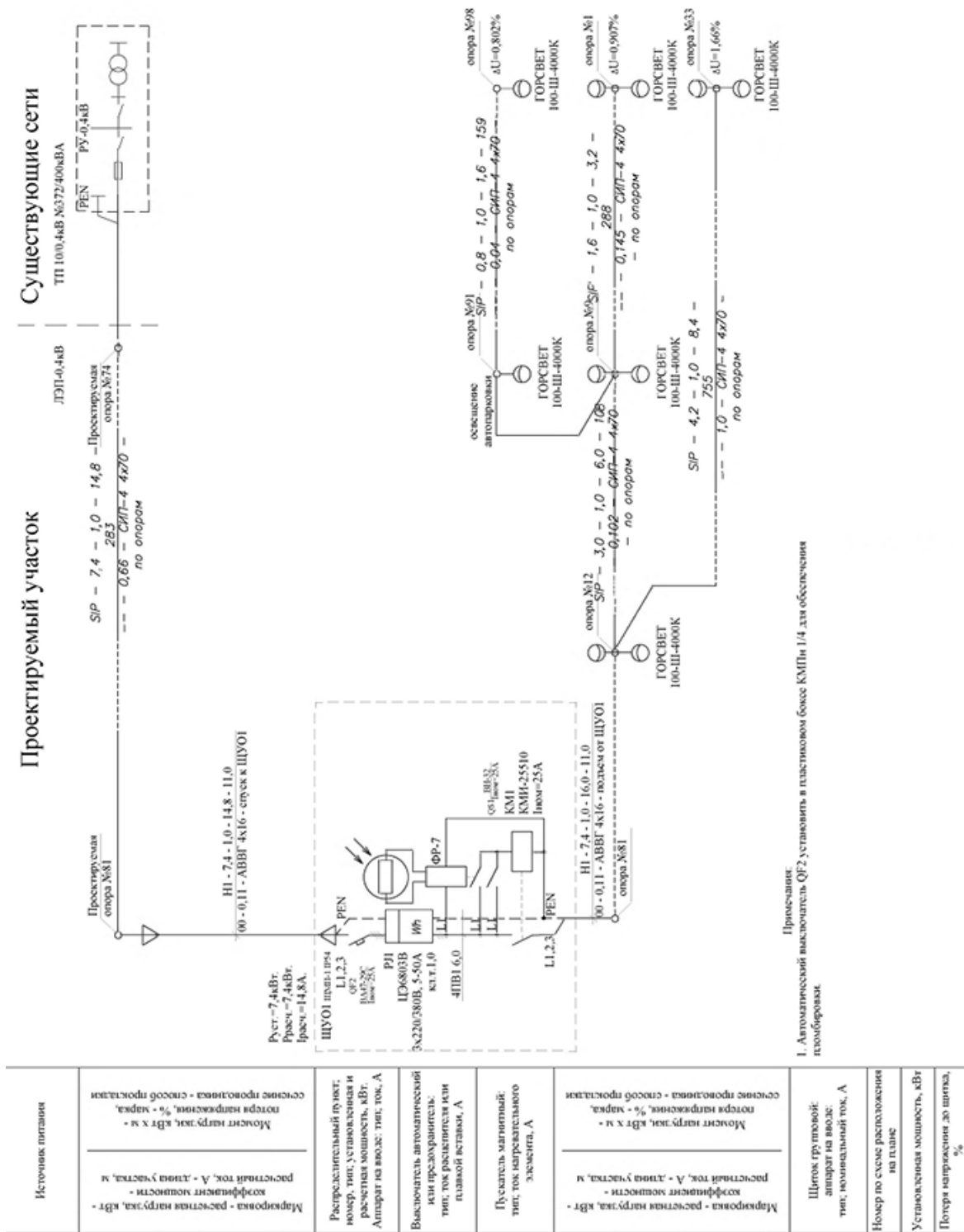


Рисунок 26— Расчетная схема наружного освещения ЩУО1

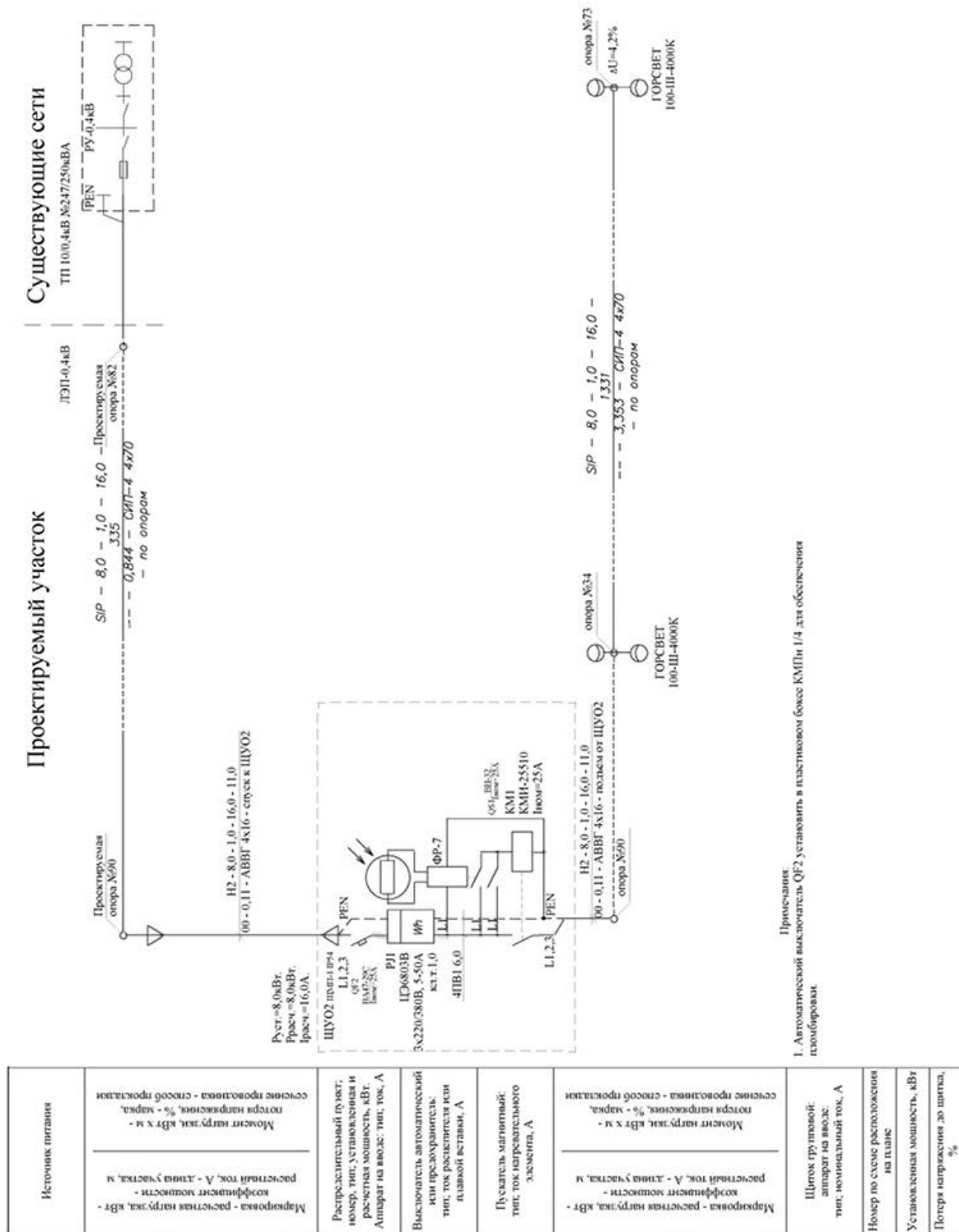


Рисунок 27 – Расчетная схема наружного освещения ЩУО2

5.2 Выбор опор для линий электроосвещения

Освещение участка автомобильной дороги ул. Звёздная г. Кызыл предусматривает применение силовых граненных оцинкованных опор электроосвещения марки ОГС с максимальным горизонтальным усилием в верхней точке опоры в 700 кг. Опоры устанавливаются на закладной металлический элемент ФБ-0,325-3,5; ФМ-0,219-2,5, который закреплен в бетоне марки В25, классифицирующем как бетон для транспортного строительства. Все элементы данной опоры адаптированы к климатическим условиям и условиям эксплуатации оборудования сроком не менее 30 лет.

На каждую опору будет осуществлена установка двух светильников марки jazzway PSL 05-02 100W. Всего на участке автомобильной дороги по ул. Звёздная г. Кызыл предусмотрено 81 опора, на каждой из которых будет по два светильника. В сумме этот участок будет освещать 154 светильника jazzway PSL 05-02 100W. Установка опор осуществляется с одной стороны автомобильной дороги, исходя из выполненного светотехнического расчета. Согласно схеме расстановки (рисунок 35-36), установка опор будет осуществляться с левой стороны. Шаг между опорами составляет от 22 до 49 метров, что обусловлено наличием различных коммуникаций и спецификой местности.

На рисунках 28-29 изображена расстановка опор освещения проезжей части

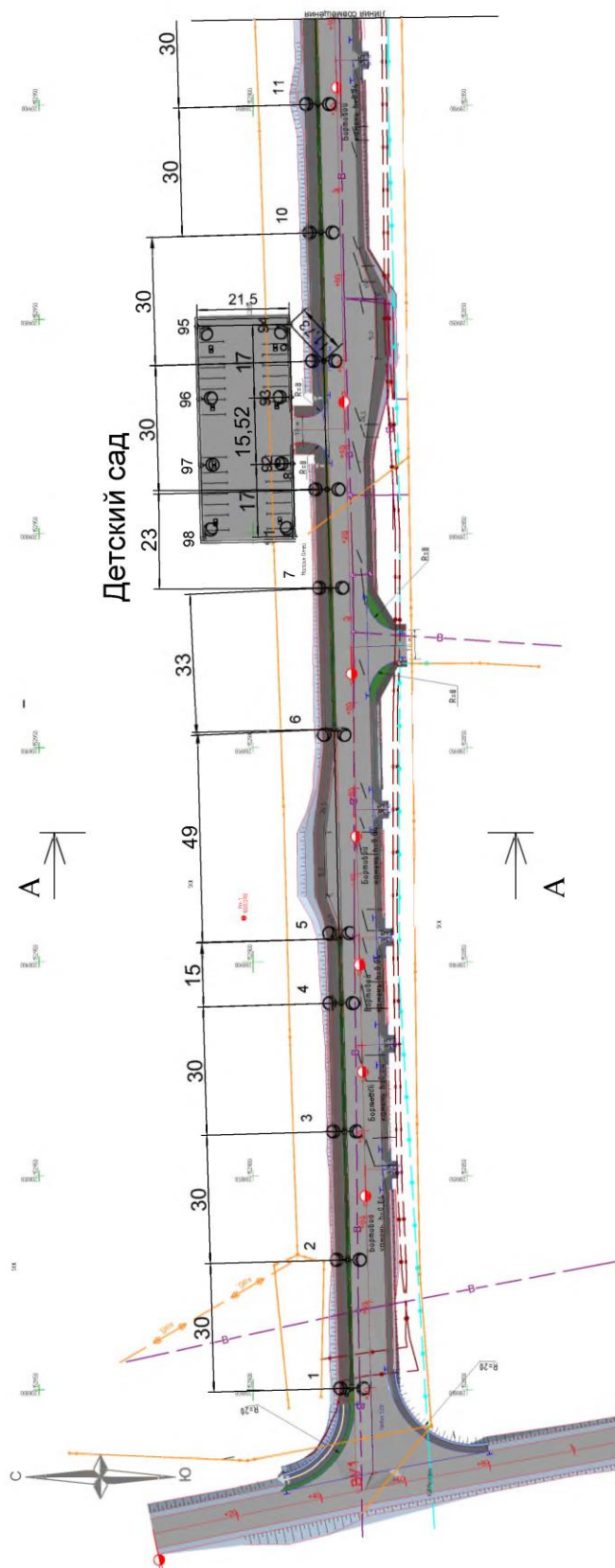


Рисунок 28 – Расстановка опор освещения проезжей части

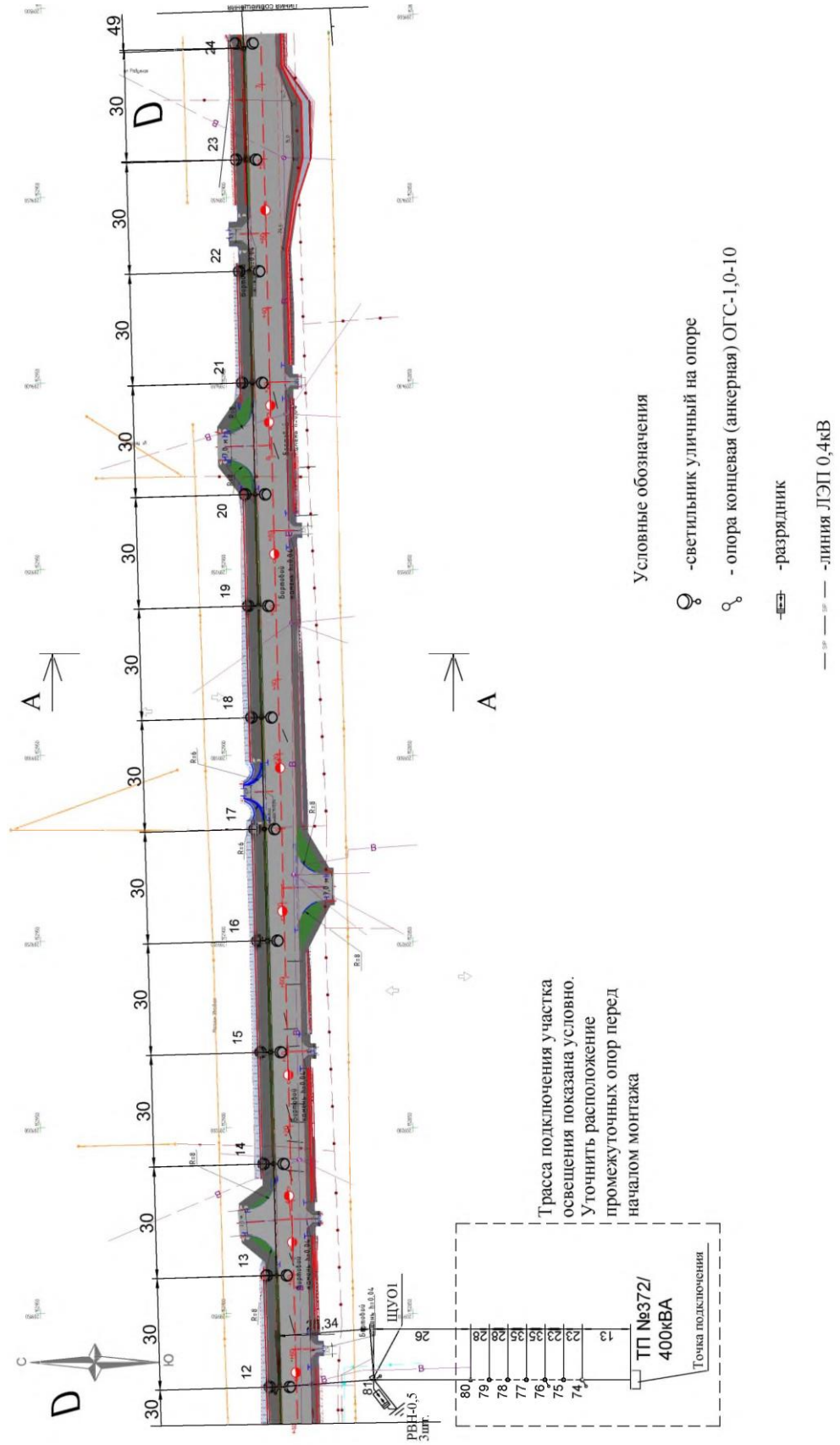


Рисунок 29 – Расстановка опор освещения проезжей части

На рисунках 30-31 изображены промежуточные опоры с двухрешковыми кронштейнами ОГС-1,0-10, ОГС-0,4-10

Опора освещения концевая усиленная ОГС-1,0-10 /
Закладная деталь фундамента ФБ-0,325-3,5

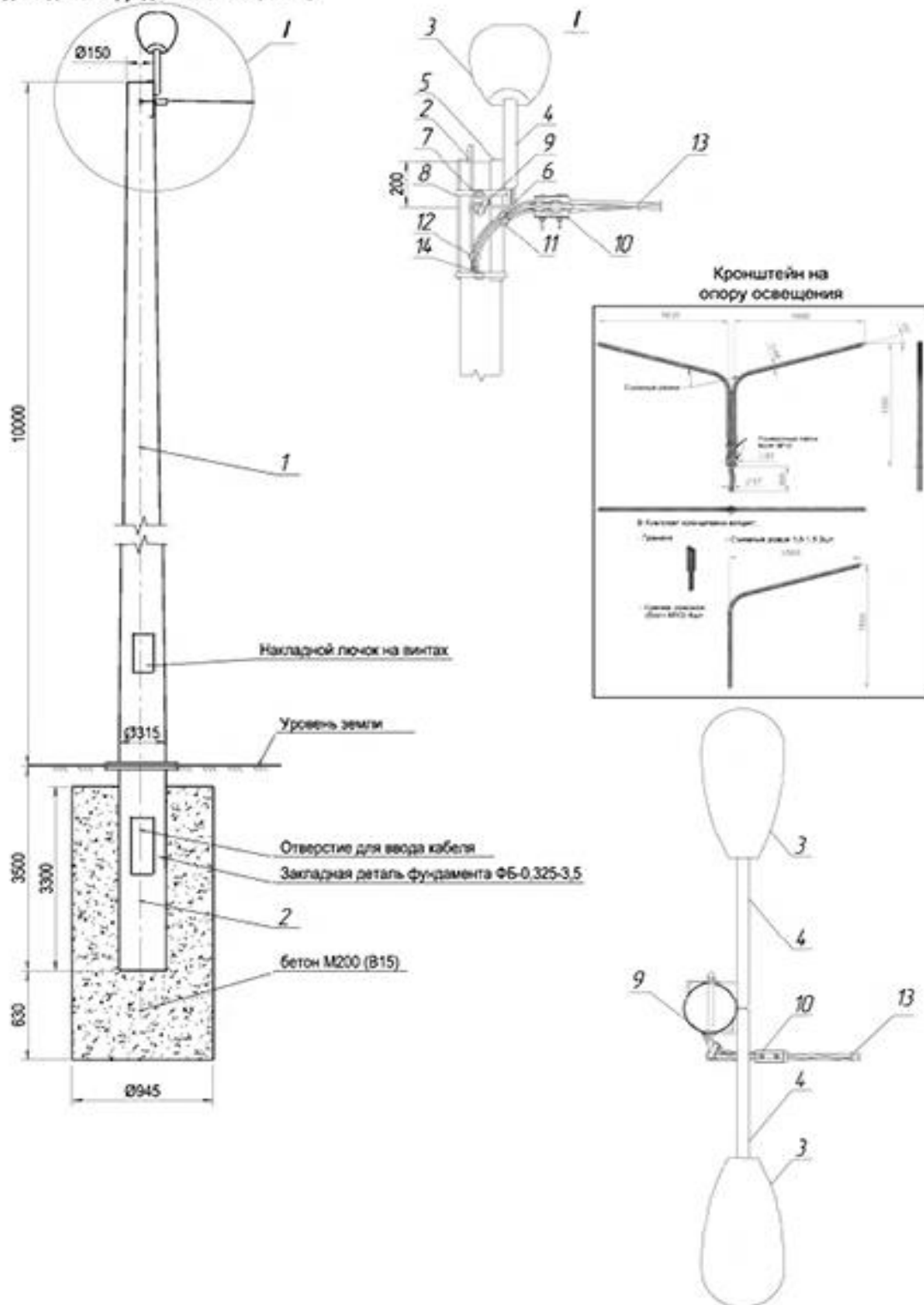


Рисунок 30 – Промежуточная опора с двухрожковым кронштейном (ОГС-1,0-10)

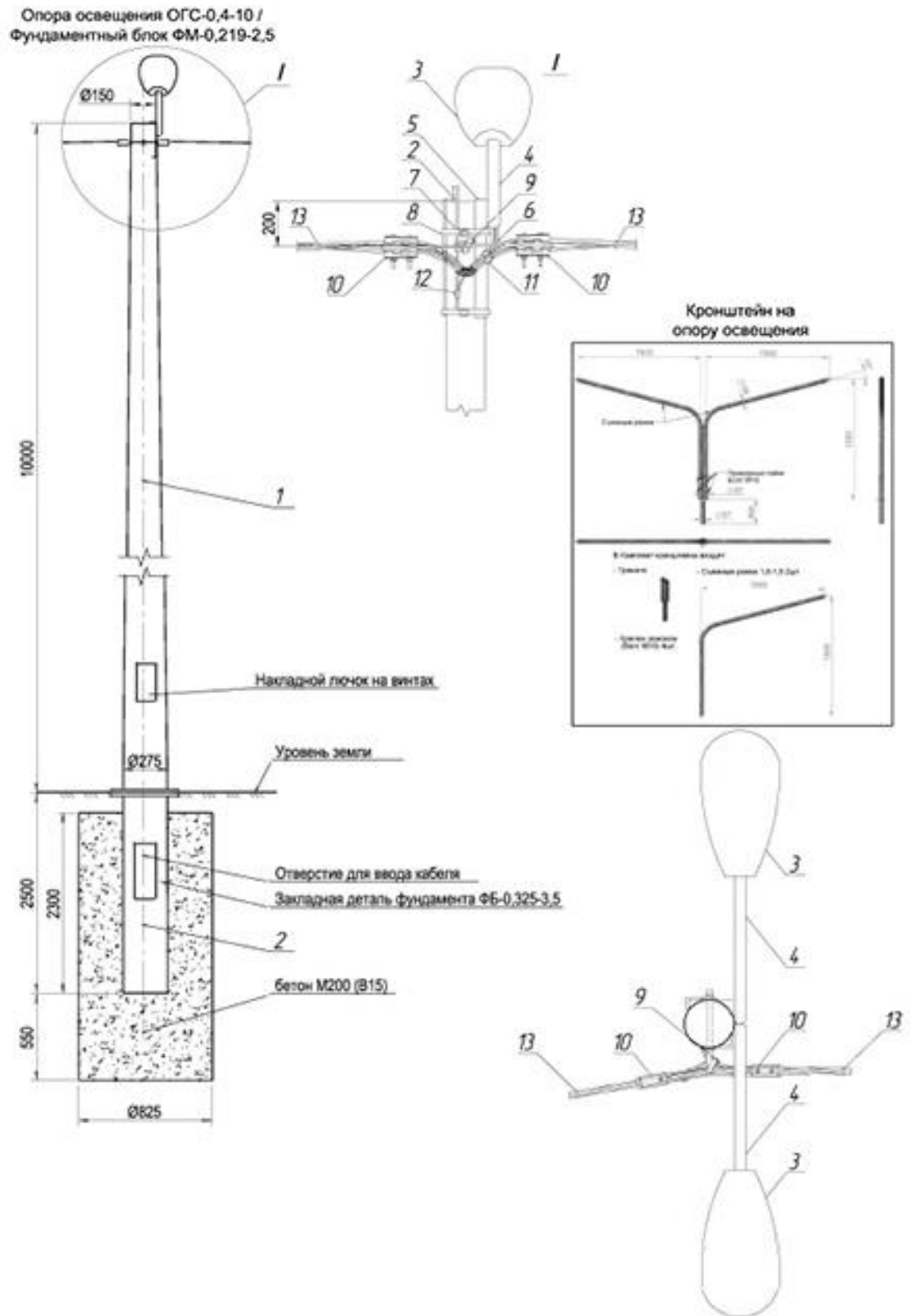


Рисунок 31 – Промежуточная опора с двухрожковым кронштейном (ОГС-0,4-10)

6 Описание решения по демонтажу опор

Перед началом установки опор наружного освещения по ул. Звездная в г. Кызыле Республики Тыва необходимо произвести демонтаж существующих сетей, поскольку устройство проезжей части дорожного полотна пересекает расположение опор существующей сети ЛЭП. Необходимо демонтировать 2 опоры на СВ-95-2с (рисунках 39-40) и соединяющий их провод АС-70, отступить от проектного расположения дорожного полотна не менее 2м и выполнить установку новых опор с монтажом провода СИП 3 1х70.

На рисунках 32-33 изображены схемы опор СВ 95-2с

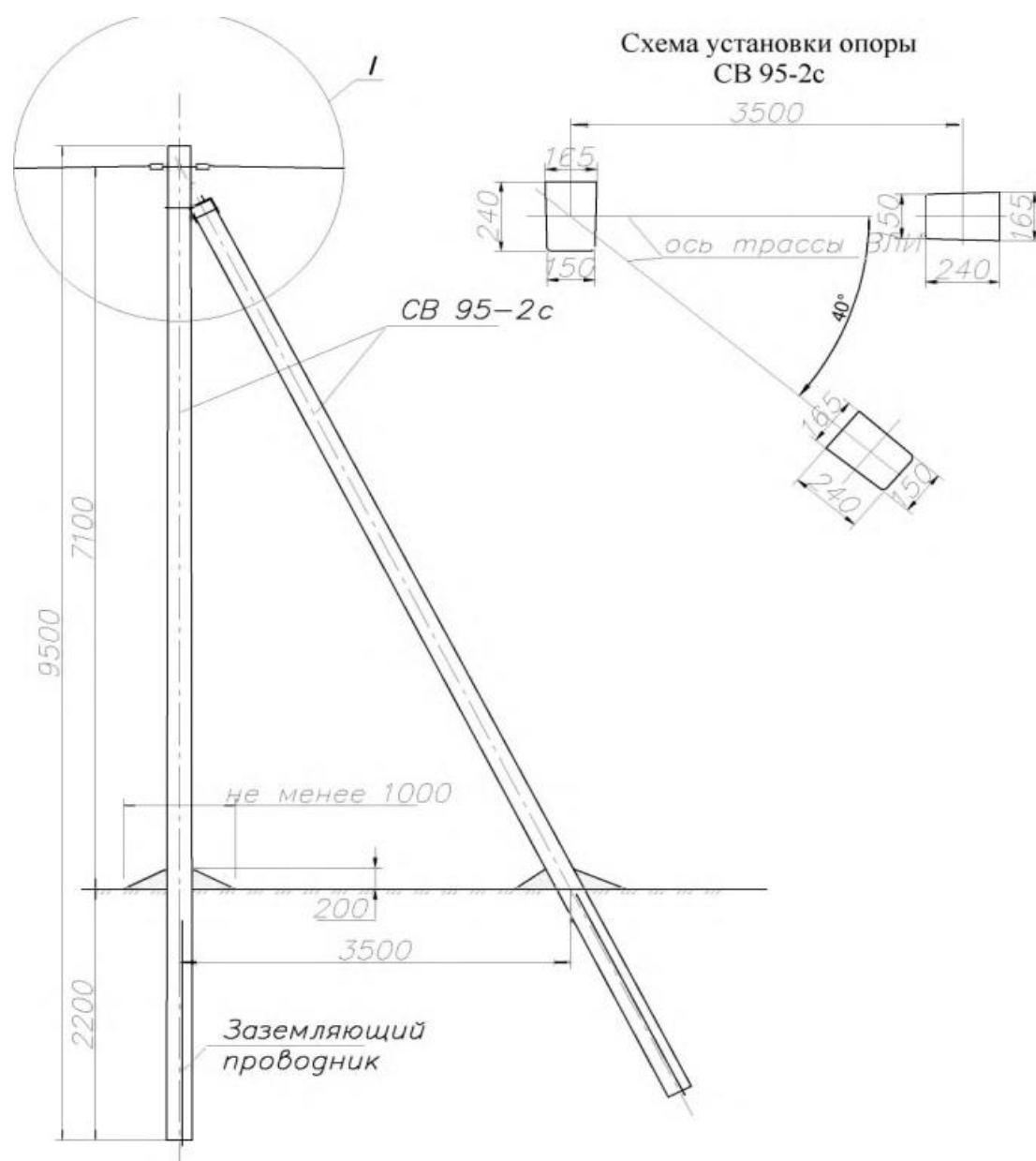


Рисунок 32 – Схема опоры СВ 95-2с

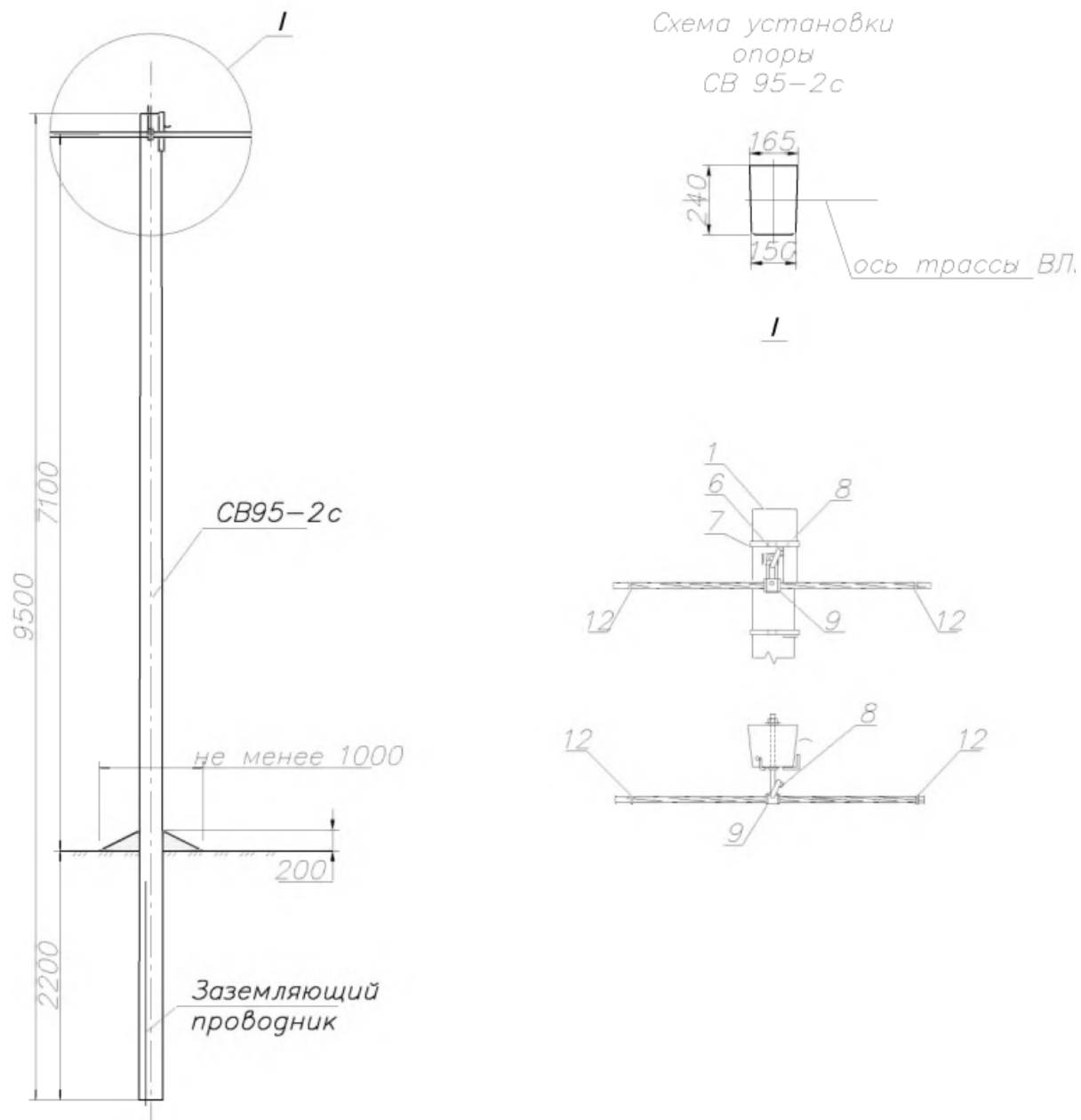


Рисунок 33 – Схема опоры СВ 95-2с

Энергоснабжение электроприемников 3 категории надежности электро-снабжения необходимо осуществлять от одного источников питания. В рабо-чем режиме электроснабжение объекта строительства осуществляется бли-жайшей опоры ЛЭП-0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ № 372/400 кВА и ТП 10/0,4кВ № 247/250кВА. Аварийный режим освещения улицы не предусмотрен. Для тре-тьей категории надежности допустимое число часов отключения в год состав-ляет 72 часа, но не более 24 часов подряд, включая срок восстановления энер-

госнабжения, за исключением случаев, когда для производства ремонта объектов электросетевого хозяйства необходимы более длительные сроки, согласованные с федеральным органом исполнительной власти по государственному энергетическому надзору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оборудование искусственным освещением является одной из главных и приоритетных задач при строительстве новых автомобильных дорог различной значимости. Правильно спроектированное искусственное освещение автомобильных дорог, по всем нормам и ГОСТам с применением новых технологий, а также современного оборудования, позволит обеспечить качественное освещение дорожного полотна, которое будет соответствовать не только Российским, но и мировым стандартам качества освещенности дорог. Тем самым поможет снизить количество дорожно-транспортных происшествий, снизить риск возникновения противоправных действий, а значит сохранить жизнь тысяч людей, которые передвигаются на личном автотранспорте по дорогам общего пользования.

В результате работы была проанализирована текущая обстановка и состояние наружного освещения автодорог, а также достигнуты следующие результаты:

- показатель освещенности дорожного полотна, выше требуемого на 3,6 лк;

- участок автомобильной дороги ул. Звёздная г. Кызыл Республика Тыва освещает 154 светодиодных светильника на 81 опорах, за счет использования опор марки ОГС-0,4-10, ОГС 1,0-10;

- использование светодиодных светильников jazzway PSL 05-02 100W позволит экономить электроэнергию, а также многократно увеличит интервал замены осветительного оборудования, а также повысит его надежность;

- применение автоматической системы управления наружным освещением обеспечит качественное управление освещением, а самое главное обеспечит рациональное потребление электроэнергии;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ;
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 7, 2001 - 2004 гг.;
3. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
4. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89;
5. СН 541-82 Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов;
6. ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы;
7. ГОСТ Р 50571.7.714-2014 Электроустановки низковольтные. Часть 7-714. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Установки наружного освещения;
8. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний;
9. ГОСТ Р МЭК 60598-2-3-99 Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 3. Светильники для освещения улиц и дорог;
10. ГОСТ Р 55707-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы измерений нормируемых параметров;
11. ГОСТ 26824-2010 Здания и сооружения. Методы измерения яркости;
12. ГОСТ Р 54944-2012 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности;
13. ГОСТ Р 55708-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров;

14. Суворова, И.А. Электротехнологические промышленные установки и освещение: учеб. пособие для вузов / И.А. Суворова. Вятский гос. ун-т. - ВУЗ: Изд-во - Киров: ВятГУ, 2007.;
15. Кнорринг, Г.М. Осветительные установки / Г.М. Кнорринг. - Л.: Изд-во Энергоиздат, 1981. -288 с.;
16. 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.;
17. Барыбин, Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения / Ю.Г. Барыбин. - М.: Изд-во Энергоатомиздат, 1990 - С. 576.;
18. Цакунов С. В. «О разработке, финансировании и реализации программ модернизации городского освещения в Российской Федерации»;
19. Гурьев А.В. «Системы автоматизированного управления наружным освещением», Гурьев А.В., Букварев Е.А., Нижегородский государственный технический университет, информация компании ООО "НПО "МИР";
20. Проскурин О.А. «Автоматизированные системы управления наружным освещением. Опыт Москвы», журнал «Энергосовет» № 2 (15), 2011 г.;
21. 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.;
22. Gaty, L.R. Calculation of short circuit current / L.R. Gaty // Journal of IEEE. – 2014. – Vol. 74. – No. 2. – Pp. 200 – 205
23. Curry, J.M. In-house power supply of enterprises / J. M. Curry // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2015. – Pp. 720 – 49 727;
24. Soler, M.K. Methodology for multiobjective optimization of the AC railway power supply system / M.K. Soler // Journal of IEEE. – 2013. – Pp. 531 – 542;

25. Wang, B.C. Power supply / B.C. Wang // Power Systems, IEEE Transactions on. – 2014. – Pp. 350 – 357;
26. Rebours, Y. G. A survey of frequency and voltage control ancillary services - Part I: Technical features/ Y. G. Rebours // Power Systems, IEEE Transactions on. – Pp. 230 – 242;
27. Каталог продукции Galad, светодиодный светильник Galad Омега LED-120-ШБ/У60 [Электронный ресурс]: <http://galad.ru/catalog/outdoor/street/omega/> (дата обращения: 13.03.2019).
28. Примеры проектов по внедрению светодиодных светильников в г. Губен [Электронный ресурс]: <https://www.osram.com/ls/projects/city-ofguben/index.jsp> (дата обращения: 13.04.2019).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А. С. Торопов
подпись инициалы, фамилия

«29» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Проектирование системы наружного освещения ул. Звёздная в г. Кызыле

тема

Руководитель

Е.В. Платонова
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

Е.В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник

Д.И. Смирнов
подпись, дата

Д.И. Смирнов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

И.А. Кычакова
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2023