

**Главное управление по образованию Брестского облисполкома
УО «Белоозерский государственный профессионально-технический кол-
ледж электротехники»**

**«Установка системы автоматического
управления уличным освещением на
базе программируемого логического
реле»**

Республиканский конкурс «Энергомарафон - 2021»

В данном проекте предлагается установка системы автоматического управления уличным освещением на базе программируемого логического реле. Это приведет к экономии бюджетных средств.

Сроки реализации: 2022/2023 год

Разработчик проекта:

Шляжко Дмитрий Александрович, группа 16-С

Руководитель проекта:

Олехник Владимир Владимирович, преподаватель специальных дисциплин

Адрес:

Учреждение образования «Белоозерский государственный профессионально-технический колледж электротехники», 225215, г. Белоозерск, ул. Энергетиков, д.8, тел. 8 (016) 43 28967, e-mail: ptu82@brest.by

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	5
1.1 Обоснование необходимости модернизации	5
1.2 Устройство и технические характеристики программируемого реле	6
1.3 Устройство и технические характеристики датчика освещенности.....	8
1.4 Принцип действия электрооборудования.....	9
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
2.1 Описание электрической схемы	10
2.2 Модернизация электрической схемы.....	11
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17

ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение (экономия энергии) — реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение — важная задача по сохранению природных ресурсов. Энергосбережение – это технологии и уклад жизни, которые помогают нам уменьшить потребление энергии за счет её рационального использования.

В более узком смысле, энергосбережение подразумевает ведение экологически-дружественного образа жизни за счет использования новых технологий, которые помогают сэкономить наши с вами деньги и природные ресурсы нашей планеты, в последнее время так бездумно расходуемых человечеством, что в конечном итоге может привести к катастрофическим изменениям климата. Когда вы уменьшаете количество потребляемой энергии, вы автоматически пытаетесь снизить повышение температуры нашей атмосферы (этот процесс известен как глобальное потепление). В мире предпринимает огромные усилия по внедрению инновационных решений и технологий, позволяющих сократить потребление электроэнергии. Для Республики Беларусь, не обладающей значительными запасами углеводородных ресурсов, вопросы энергосбережения всегда были приоритетны, а в свете значительного повышения мировых цен на природный газ и нефть – стали особенно остры.

Рассмотрим один из методов энергосбережения.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Обоснование необходимости модернизации

В нашем городе установлена современная светодиодная система уличного освещения с использованием астрономического реле времени. Данная система освещения эффективна в вечернее время, но является избыточной в сумеречное и ночное. В первом случае включение всех фонарей одновременно обеспечивает освещенность выше установленной нормы и является нецелесообразным, во втором, при низкой интенсивности движения пешеходов и транспорта, освещение является также не эффективным.

Мы разработали проект установки системы автоматического управления уличным освещением на базе программируемого логического реле, в случае внедрения которого мы сможем решить ряд вопросов:

- продление срока эксплуатации светильников;
- уменьшение температурной деградации источников света;
- снижение затрат на обслуживание системы освещения;
- сокращение расхода электроэнергии;
- создание комфортных условий сна и отдыха жителей города.

да.

Решение данных вопросов приведет к экономии бюджетных средств.

Модернизация предусматривает установку программируемого логического реле и датчика освещенности, которые позволят оптимизировать работу системы освещения.

1.2 Устройство и технические характеристики программируемого реле

Программируемое логическое реле ПР100-230.1208.01.0 представлено на рисунке 1 проекта.



Рис. 1 – Логическое программируемое реле ПР-100. Вид общий.

Реле предназначено для автоматического управления оборудованием различного назначения в соответствии с заданной логической схемой. Технические характеристики Программируемого реле представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики прибора ПР100-230.1208.01.0.

Характеристика	Значение
Питание	
Диапазон переменного напряжения питания	90...264 В (номинальное 230 В, при 50 Гц)
Диапазон постоянного напряжения питания	127...373 В (номинальное 230 В)
Потребляемая мощность, не более	8 ВА
Гальваническая изоляция	2830 В
Дискретные входы	

Количество	12
Номинальное напряжение питания	230 В (переменный ток)
Напряжение «логической единицы»	164...264 В
Ток «логической единицы»	0,75...1,5 мА
Напряжение «логического нуля»	0...40 В
Ток «логического нуля»	0...0,5 мА
Минимальная длительность импульса, воспринимаемая дискретным входом	25 мс
Максимальное время реакции на событие по дискретному входу	50 мс
Электрическая прочность изоляции относительно других цепей прибора	2830 В
Дискретные выходы	
Количество	8
Тип выходного устройства	Электромагнитное реле (нормально разомкнутые контакты)
Электрическая прочность изоляции между выходом и другими цепями	2830 В
Коммутируемое напряжение в нагрузке: для цепи постоянного тока, не более для цепи переменного тока, не более	30 В (резистивная нагрузка) 250 В (резистивная нагрузка)
Допустимый ток нагрузки, не более	5 А при напряжении не более ~250 В и $\cos(\varphi) > 0,95$; 3 А при напряжении не более =30 В
Допустимый ток нагрузки, не менее	10 мА (при =5 В)
Электрический ресурс реле, не менее	200000 циклов: 5 А при ~250 В; 50000 циклов: 7 А при ~250 В; 100000 циклов: 3 А, =30 В, резистивная нагрузка
Общее	
Тип корпуса	Для крепления на DIN-рейку (35 мм)
Габаритные размеры	88 × 90 × 58 мм
Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254-2015	IP20

1.3 Устройство и технические характеристики датчика освещенности

Датчик освещенности (фотоэлемент) Feron SEN26 предназначен для коммутации цепей переменного тока с номинальным напряжением 230В и частотой 50Гц в зависимости от освещенности. Применяется со светильниками для наружного освещения. Внешний вид датчика представлен на рисунке 2 проекта. Технические характеристики датчика представлены в таблице 2.



Рис. 2 – Датчик освещенности Feron SEN26. Вид общий.

Таблица 2 – Характеристики датчика освещенности Feron SEN26.

Характеристика	Значение
Рабочее напряжение/частота	230 В/50 Гц
Максимально допустимая нагрузка	10 А
Пороговая освещенность	5-50 Лк
Степень защиты от пыли и влаги	IP 44
Рабочая температура	от –30°С до +40°С
Влажность не более	93%

1.4 Принцип действия электрооборудования

Действующая схема управления обеспечивает включение и отключение освещения с помощью астрономического реле времени. Установка датчика освещенности, программируемого реле, и деление осветительных сетей на три группы позволит оптимизировать величину освещения и снизить эксплуатационные затраты.

Система автоматического управления обеспечивает работу освещения в двух режимах. При установке переключателя режимов в положение «Ручное управление» каждая группа светильников может быть включена и выключена оператором. При нажатии кнопки SB1 происходит включение первой группы светильников. О включении сигнализирует индикатор EL1. При повторном нажатии кнопки – группа светильников отключается. Аналогично происходит управление двумя другими группами.

При установке переключателя в положение «Автоматическое управление» - управление освещением работает в автоматическом режиме в зависимости от времени года, времени суток и фактической освещенности на улице.

2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание электрической схемы

Действующая схема управления освещением представлена на рисунке 3.

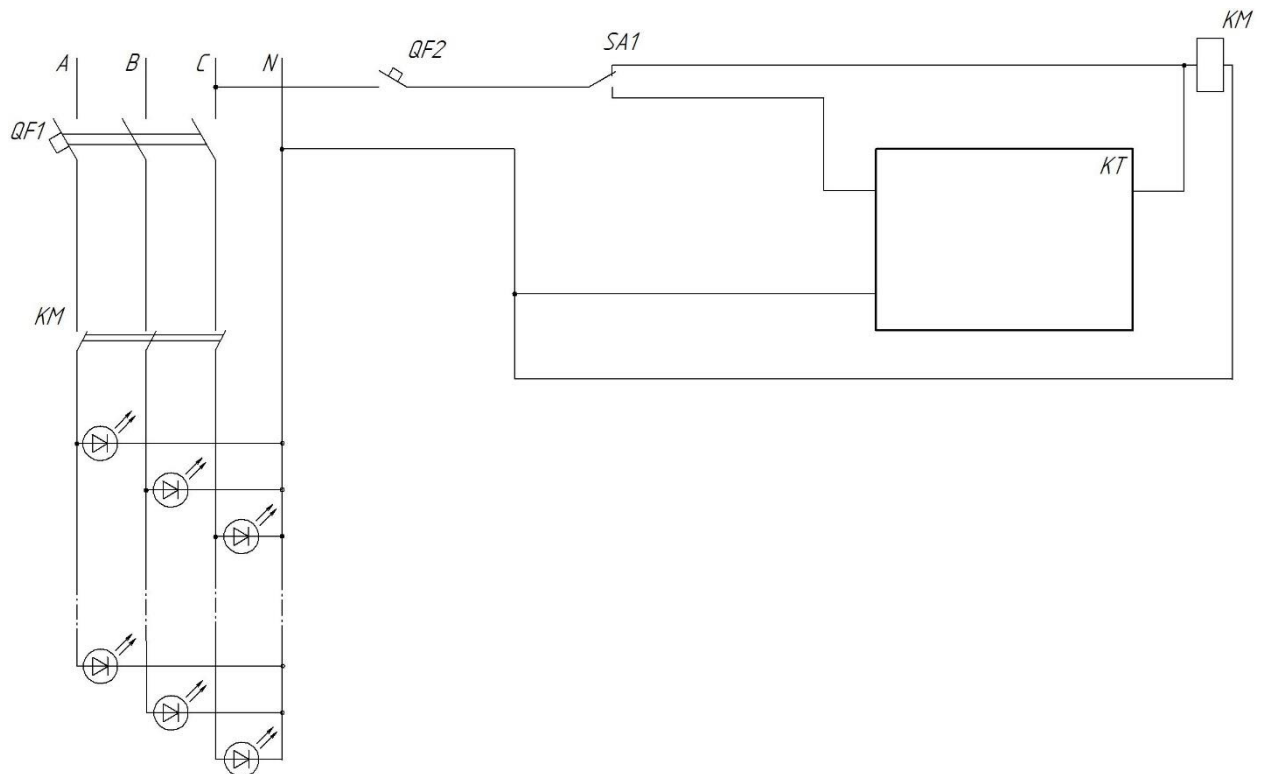


Рисунок 3 – Действующая схема управления освещением.

Она включает в себя переключатель режимов SA1, реле времени КТ и магнитный пускатель КМ.

При включении переключателя в положение «Включено» питание подается на магнитный пускатель КМ, который своими силовыми контактами подает питание на линию освещения.

При включении переключателя в положение «Автоматическое управление» питание подается на реле времени КТ, которое управляет магнитным пускателем КМ, который своими силовыми контактами подает питание на линию освещения.

При включении переключателя в положение «0» питание схемы управления отключается.

2.2 Модернизация электрической схемы

Модернизация схемы заключается в установке программируемого логического реле типа ПР100-230-1208 и датчика освещенности типа Feron SEN26. Модернизированная схема представлена на рисунке 4.

Сеть освещения улицы разбивается на три группы. К первой группе относят светильники, расположенные на перекрестках, пешеходных переходах и в других местах с повышенной опасностью. Остальные светильники равномерно распределяют на две группы.

Управление каждой группой осуществляется отдельно с помощью электромагнитных реле KV1 – KV3. Реле подключены к выходам логического реле ПР100. Кроме того, к выходам логического реле подключены сигнализаторы EL1 – EL3, указывающие на включение соответствующей линии.

Система автоматического управления обеспечивает работу освещения в двух режимах. При установке переключателя режимов в положение «Ручное управление» каждая группа светильников может быть включена и выключена оператором. При нажатии кнопки SB1 происходит включение первой группы светильников. О включении сигнализирует индикатор EL1. При повторном нажатии кнопки – группа светильников отключается. Аналогично происходит управление двумя другими группами.

При установке переключателя в положение «Автоматическое управление» - управление освещением работает в следующем режиме. Датчик освещенности непрерывно контролирует величину освещенности на улице. С наступлением сумерек логическое реле включит

реле KV, которое запитает первую группу светильников. Через 1 час работы включится вторая группа светильников, еще через час – третья. В 01:00 ночи светильники второй и третьей группы отключаются. В 06:00 снова включаются все группы светильников и остаются включенными до достижения на улице заданной освещенности.

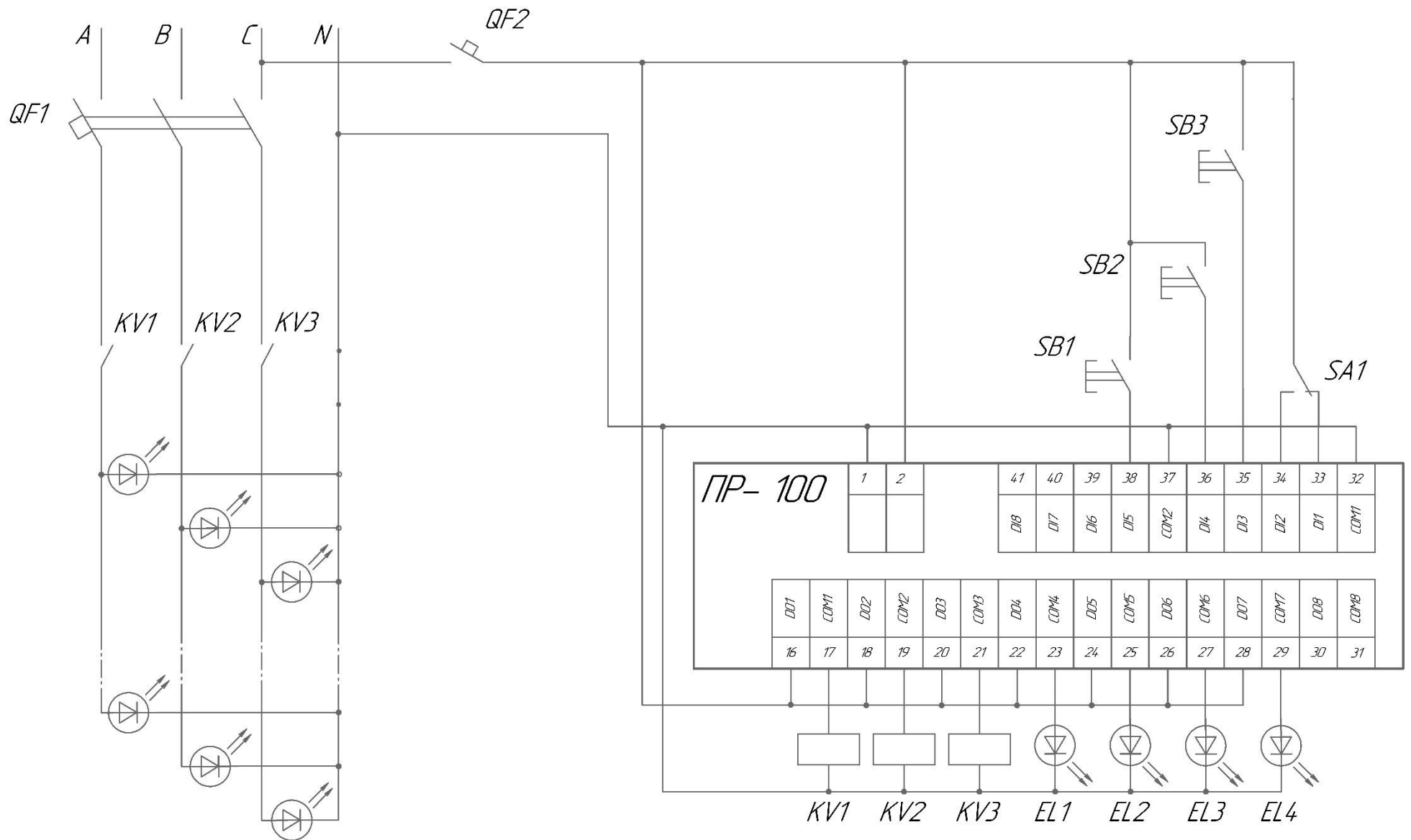


Рисунок 4 – Модернизированная схема управления освещением.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В качестве примера взят расчет показателей для улицы Энергетиков города Белоозерска. Вдоль улицы установлено 27 светильников. При модернизации эти светильники разделяют на три группы. В первой группе 7 светильников, во второй и третьей – по 10.

Расход электроэнергии на освещение до модернизации за год составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{раб}}=365 \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot t_{\text{раб}} \quad (3.1)$$

Где: $P_{\text{л}}$ - мощность лампы (кВт) ;

n - количество светильников;

$t_{\text{раб}}$ – среднегодовое время работы освещения (ч);

$$\mathcal{E}_{\text{раб}} = 365 \cdot 0,035 \cdot 27 \cdot 12 = 4139 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расход электроэнергии на освещение после модернизации за год составит:

Для первой группы

$$\mathcal{E}_{\text{раб1}}=365 \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot t_{\text{раб1}} \quad (3.2)$$

Где: $t_{\text{раб1}}$ - время работы первой группы освещения после модернизации(ч);

n_1 - количество светильников группы.

$$\mathcal{E}_{\text{раб1}} = 365 \cdot 0,035 \cdot 7 \cdot 12 = 1073 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Для второй группы

$$\mathcal{E}_{\text{раб2}}=365 \cdot P_{\text{л}} \cdot n_2 \cdot t_{\text{раб2}} \quad (3.3)$$

Где: $t_{\text{раб2}}$ - время работы второй группы освещения после модернизации(ч);

n_2 - количество светильников группы.

$$\mathcal{E}_{\text{раб2}} = 365 \cdot 0,035 \cdot 10 \cdot 6 = 767 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Для третьей группы

$$\mathcal{E}_{\text{раб3}} = 365 * P_{\text{л}} * n_{\text{з}} * t_{\text{раб3}} \quad (3.4)$$

Где: $t_{\text{раб3}}$ - время работы третьей группы освещения после модернизации(ч);

$n_{\text{з}}$ - количество светильников группы.

$$\mathcal{E}_{\text{раб3}} = 365 * 0,035 * 10 * 5 = 638 \text{ кВт*ч}$$

Суммарный расход:

$$\mathcal{E}_{\text{рабМ}} = \mathcal{E}_{\text{раб1}} + \mathcal{E}_{\text{раб2}} + \mathcal{E}_{\text{раб3}} \quad (3.5)$$

$$\mathcal{E}_{\text{рабМ}} = 1073 + 767 + 638 = 2478 \text{ кВт*ч}$$

Затраты на электроэнергию до модернизации:

$$\mathcal{Z}_{\text{раб}} = \mathcal{E}_{\text{раб}} * T \quad (3.6)$$

Где: T-тариф за электроэнергию $T = 0,37 \text{ руб/кВт*ч}$

$$\mathcal{Z}_{\text{раб}} = 4139 * 0,37 = 1531,43 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию после модернизации:

$$\mathcal{Z}_{\text{рабМ}} = 2478 * 0,37 = 913,86 \text{ руб}$$

Затраты на модернизацию:

$$K = M + \mathcal{ЗП} \quad (3.7)$$

Где: $M = 1200 \text{ руб}$ - стоимость устанавливаемого оборудования

Затраты на оплаты труда:

$$\mathcal{ЗП} = \text{ЧТС} * t \quad (3.8)$$

Где: ЧТС - часовая тарифная ставка электрика 3-го разряда $\text{Ч} = 4,06 \text{ руб};$

t - время работы электрика $t = 24 \text{ часа}$

$$\mathcal{ЗП} = 3 * 4,06 * 24 = 292,32 \text{ руб}$$

Затраты на модернизацию по формуле(3.8):

$$K = 1200 + 292,32 = 1492,32 \text{ руб}$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{OK}} = \frac{K}{\mathcal{Z}_{\text{раб}} - \mathcal{Z}_{\text{рабМ}}} \quad (3.9)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{1492,32}{1531,43 - 913,86} = 2,4 \text{ года}$$

Основные экономические показатели модернизации приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные экономические показатели модернизации

Параметр	Значение
Расход электроэнергии за год до модернизации, кВт*ч	4139
Расход электроэнергии после модернизации., кВт*ч	2478
Экономия электроэнергии, %	40
Затраты на электроэнергию до модернизации, руб.	1531,43
Затраты на электроэнергию после модернизации, руб.	913,86
Затраты на модернизацию, руб.	1492,32
Срок окупаемости, лет	2,4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте была разработана модернизация схемы управления электрическим освещением улицы, которая предусматривает установку программируемого логического реле «ОВЕН» ПР100 с датчиком освещенности типа Feron SEN26.

Это позволит продлить срок эксплуатации светильников, уменьшить температурную деградацию источников света, снизить затраты на обслуживание системы освещения, создать комфортных условий сна и отдыха жителей города.

Расход электроэнергии за год может быть снижен с 4139 кВт*ч до 2478 кВт*ч, экономия электроэнергии составит 40% , что существенно уменьшит затраты на электроэнергию.

Затраты на модернизацию составят 1492,32 руб. Срок окупаемости – 2,4 года.