

Оглавление

Введение	11
1 Обзор литературы	13
1.1 Светодиодные светильники в теории.....	13
1.3 Использование светодиодных светильников без встроенных блоков питания	16
2 Объект и методы исследования.....	21
2.1 Выбор объекта и рассмотрение в нем исходной системы освещения МОП	21
2.2 Замена существующего осветительного оборудования	23
2.3 Экономия электроэнергии	24
3 Оценка потенциала солнечной энергии на объекте	26
3.1 Возобновляемая энергетика в Томской области.	26
3.2 Солнечная энергетика в Томской области	27
4 Техническая реализация проекта	31
4.1 Разработка структурной схемы фотоэлектростанции и алгоритм ее функционирования.....	31
4.2 Выбор оборудования фотоэлектростанции	35
5 Техничко-экономическое обоснование целесообразности построения светодиодной системы освещения с питанием от солнечных модулей.....	45
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	49
6.1 Планирование комплекса научно-исследовательских работ	49
6.1.1 Составление перечня работ	49
6.1.2 Определение трудоемкости работ	50
6.1.3 Построение графика работ.....	52
6.2 Расчет бюджета проектно-исследовательской работы (ПИР).....	54
6.2.1 Расчет материальных затрат проектно-исследовательской работы	54
6.2.2 Затраты на специальное оборудование и программное обеспечение	55
6.2.3 Расчет заработной платы персонала	55
6.2.4 Расчет страховых отчислений	57
6.2.5 Расчет накладных расходов	58

6.2.6 Формирование бюджета затрат проектно-исследовательской работы (ПИР)	58
6.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала	58
6.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	60
7 Социальная ответственность	61
7.1 Введение	61
7.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	61
7.3 Анализ опасных производственных факторов	62
7.4 Требования пожарной безопасности	64
7.5 Охрана окружающей среды	67
Вывод по главе	69
Заключение	70
Список публикаций.....	71
Список использованных источников	72

Введение

Актуальность выбранной темы:

Численность населения нашей планеты растет с каждым годом, и каждый человек использует электроэнергию в своих целях. Это означает, что человечество с каждым годом потребляет больше и больше электроэнергии. На сегодняшний день это стало проблемой для энергосистемы. Чтобы решить данную проблему, необходимы варианты развития: либо строить новые электростанции, либо внедрять энергосберегающие технологии. Для строительства новых электростанций требуется: много денег, ресурсов, времени. Для энергосбережения: новые энергосберегающие технологии.

Светодиодные источники света одно из самых перспективных направлений развития систем искусственного освещения. На сегодняшний день эти светильники широко используются как в производстве, так и в быту. У них впечатляющие характеристики: светоотдача более 120 Лм/Вт, потребляемая мощность минимум в 2 раза меньше мощности люминесцентных ламп, срок службы находится в пределах от 50000 до 100000 часов, в зависимости от производителя светодиодных ламп.

В настоящее время также существует и стремительно развивается возобновляемая энергетика. В Европе, США и др. странах жители устанавливают солнечные панели на крыши для обеспечения электроэнергией собственные дома. Медленно, но верно возобновляемая энергетика развивается и в нашей стране. Если использовать такую комбинацию, как светодиодные светильники и малые солнечные электростанции, то это может дать дополнительный толчок в развитии этих направлений.

Цель: модернизация светодиодной системы освещения.

Задачи: повышение надежности светодиодной системы освещения.

Предмет исследования: светодиодная система освещения с источниками питания от солнечных модулей.

Объекты: фотопанели и ИБП.

Методы решения: питание нескольких светодиодных светильников производить с помощью солнечной электростанции и совместно с резервным источником – общим импульсным блоком питания.

1 Обзор литературы

1.1 Светодиодные светильники в теории

Необходимо рассмотреть различные источники литературы, чтобы выяснить, почему срок службы светодиодных светильников не соответствует тому сроку, что заявляют производители.

В Интернете по разным источникам гуляют слухи, что производители указывают срок службы обычной светодиодной лампы от 50 000 до 100 000 часов. Другие ограничиваются более скромными цифрами – всего 35 000 часов. Можно ли верить этим данным? Обычно под сроком службы понимают время, которое устройство работает до момента выхода из строя, причем это не обязательно полная неработоспособность, а падение характеристик ниже определенного уровня. При оценке срока службы светодиодов момент выхода их из строя определяется как снижение светового потока ниже определенного процента от номинального значения. И здесь уже начинаются разграничения между разными компаниями. Одни производители считают таким порогом снижение светового потока на 30% от номинального значения, другие – на 50%. Указанные данные, как правило, не сообщаются в рекламных материалах, да и в документации к светильникам зачастую тоже, что не позволяет покупателю сделать правильный выбор [19].

Естественно, никто столько времени новый тип светодиода испытывать не будет. События на светодиодном рынке развиваются так быстро, что за указанное время светодиод уже снимут с производства и вместо него запустят новый, более улучшенный тип. Поэтому проводят испытания светодиода, наблюдают за процессами его старения в экстремальных условиях (сила тока и температура кристалла находятся на пределе допустимых значений) в течение относительно короткого промежутка времени, а потом экстраполируют зависимость на больший временной интервал уже для нормальных условий эксплуатации [19].

1.2 Анализ работы светодиодных светильников из практики

В рекламных материалах производители светильников зачастую указывают именно срок службы светодиодов в нормальных условиях. Но в светильнике из-за перегрева светодиоды могут работать меньше заявленного производителем срока. К тому же, кроме светодиодов, срок службы светильника определяется долговечностью драйвера (ИБП) и вторичной оптики. Для эффективного теплоотвода в светодиодных светильниках используются ребристые алюминиевые радиаторы [19].

Линзы вторичной оптики в светодиодных светильниках обычно изготавливается из пластмассы, которая со временем мутнеет. Отражатели в основном делают из пластмассы, покрытой тонким слоем металла. Здесь может возникнуть эффект потускнения металлической поверхности. Указанные проблемы решаются путем использования современных материалов, а также герметизацией корпуса светильника [19].

Для длительной работы светодиодов также важны стабильность напряжения питания и силы тока, которые дает ИБП, а также его устойчивость к всплескам сетевого напряжения. Современная элементная база позволяет создавать блоки питания со сроком службы 50 000 часов и более. Если светодиод питать током, сила которого больше номинального значения, то можно значительно увеличить его яркость, чем успешно пользуются недобросовестные производители светильников. Обратной стороной такого подхода становится преждевременный выход из строя светодиодов. При «разгоне» светодиодов можно увеличить срок службы с помощью более сильного охлаждения кристалла, чем при нормальном режиме работы. Однако надо понимать, что даже при обеспечении нормального теплового режима срок службы светодиодов при «разгоне» все равно снижается, поскольку одной из причин деградации кристаллов является превышение максимально допустимого значения тока [19].

Чаще всего производители делают ИБП из деталей невысокого качества, которые очень чувствительны к различным изменениям напряжения в сети (например, колебаниям напряжения). Подобные изменения выводят блоки питания из строя. И когда, например, в квартире перегорает светодиодная лампа, люди выбрасывают её, думая, что она «сгорела». А перегорает лишь блок питания, при этом сама светодиодная матрица остается в целостности. Стоимость блока составляет половину стоимости светильника, а их надежность оставляет желать лучшего.

Исходя из проанализированной информации о влиянии рабочей температуры на срок службы светодиодных светильников, можно сделать вывод, что необходимо решить проблему, касающуюся встроенных блоков питания и защиты от перегрева светодиодов. Возможно несколько решений:

- 1) Добавление в схему управления светодиодом схему температурной защиты. Если по какой-то причине температура излучателя повышается, для уменьшения рассеиваемой мощности и поддержания ее ниже заданного максимума, уменьшается ток, протекающий через него. Одним из простейших способов регулировки тока в зависимости от температуры является использование термистора с положительным температурным коэффициентом;
- 2) Устанавливать отдельно блоки питания от светодиодов для поддержания их рабочей температуры не более, чем комнатная;
- 3) Устанавливать отдельно общий блок питания для питания группы светодиодов для поддержания рабочей температуры не более, чем комнатная, но и для более эффективно работы светодиодов, т.к. блоки, рассчитанные на большую мощность выполняются более надежно, чем маленькие встроенные блоки;
- 4) Увеличение радиатора для более лучшего охлаждения светильника.

Приведённые возможные решения 1 и 4 относятся к тем, для реализации которых необходимо дополнительные материальные расходы, что в итоге

приведет к удорожанию светильников. Что касается 2 варианта, как показала практика, производители создают ИБП из некачественных деталей, из-за которых они выходят из строя раньше заявленного срока службы. Поэтому устанавливать их отдельно только для уменьшения рабочей температуры светодиодов нет смысла. Что касается 3 варианта, он является самым выгодным, потому что благодаря общему блоку стоимость на светодиодные светильники снизится, рабочая температура светодиодов будет максимально приближена к комнатной, а сам блок более надежный, чем встроенные. Выбираем 3 вариант модернизации светодиодной системы освещения для дальнейших расчетов.

1.3 Использование светодиодных светильников без встроенных блоков питания

Проблема со встроенными блоками очень распространенная. Практически все светодиодные светильники выходят из строя именно из-за них. Как показала практика срок службы составляет 10 000 – 20 000 часов, вместо обещанных производителем – «не менее 50 000». Решение данной проблемы возможна с помощью использования только светодиодной матрицы (платы) с прямым подключением к общему источнику питания 24 – 48 В.

В своей работе предлагается два источника:

- 1) Солнечную электростанцию (СЭС), которые можно подключить к светодиодным светильникам без каких-либо преобразователей электроэнергии. В системе так же будут присутствовать: аккумуляторные батареи (АБ), контроллер заряда аккумуляторных батарей;
- 2) Общий импульсный блок питания (ИБП), который, как показала практика, более надежный, чем встроенные блоки. ИБП будет использован как резервный источник питания в случае отказа основного.

Разберем подробно причину не использования встроенных блоков в светодиодных светильниках. Она заключается не только в том, что блоки выходят из строя, но и очень сильно влияют на температурный режим светодиодов. Все полупроводники, а особенно светодиоды, боятся токов. Это все связано с тем, что удельное сопротивление полупроводников зависит от температуры. С повышением температуры сопротивление полупроводника уменьшается и может возникнуть лавинный процесс увеличения тока, произойдет пробой, и светодиод сгорит. Температурный режим напрямую зависит от срока службы светодиода. В свою очередь срок службы любого светильника – это его освещенность. Со временем она падает, т.к. происходит старение (деградация) светильника. Ниже представлен график зависимости срока службы (скорость падения уровня освещенности) от времени при разной рабочей температуры светодиода – Рисунок 1. Температура светодиода рассматривается в точке пайки. Данные по характеристике 40 °С была получена экспериментальным путем. По остальным температурным показателям: 63 °С и 74 °С информация была взята из источника в интернете[17].

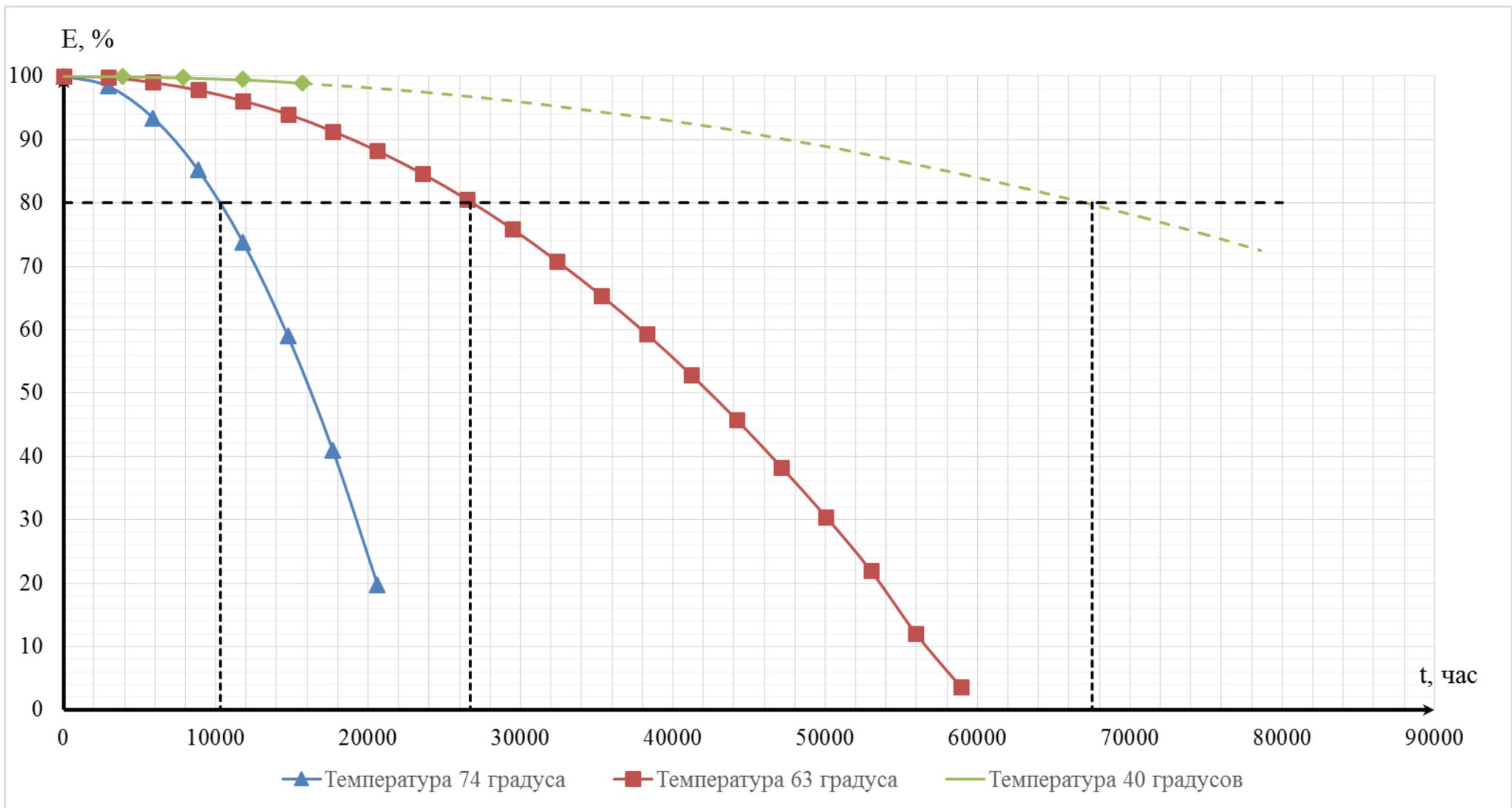


Рисунок 1 – График зависимости освещенности в процентах от времени при разных температурах

На графике изображена кривая при температуре 40 °С, на которой точками (ромбами) указаны полученные экспериментальные данные по изменению освещенности, а остальная пунктирная линия означает прогнозируемое падение освещенности при данной температуре. Прогноз был построен по алгебраическому уравнению, которую вывел относительно полученных данных. Получилось следующее уравнение:

$$E(t) = -\left(\left|\frac{t}{15\ 000}\right|\right)^2 + 100, \quad (1)$$

где E – это освещенность в процентах, t – время работы светильника.

Горизонтальная пунктирная линия на отметке 80% означает границу предельного падения освещенности для светильника, т.к. при уменьшении освещенности более чем на 20% использование светильника становится нерациональным.

Из полученных данных видим, что при уменьшении рабочей температуры светодиодов, сильно возрастает их срок службы. При температуре 40 °С вполне реально достичь того срока службы, которого указывают производители: 50 000 – 100 000 часов. При такой температуре светодиодный светильник прослужит приблизительно 68 000 часов. Это только их рабочее время. Если перевести в реальное истечение времени, то получим приблизительно 15 – 20 лет, т.к. светильники работают не все 24 часа в сутки.

Подобная система светодиодного освещения уже используется в некоторых жилых зданиях г. Томска: ул. Карла Маркса, 3; пер. Пионерский, 8; пер. Пионерский, 10. Эксплуатируется данная система в этих домах уже более 3х лет, за это время не приходило ни одной заявки на замену светильника либо блока, при ежемесячных плановых проверках так же не обнаружено каких-либо поломок, и не производилась замена оборудования, система освещения в этих домах работает без сбоев с 2013 года по сегодняшний день.

На сегодняшнее время светодиодные светильники мало кто использует. О них все знают, но они установлены отнюдь не в каждом доме, не в каждом офисе. Это все связано не только с дороговизной светильников, но и с фальшивым сроком службы. Исследовав причины их раннего выхода из строя и почему они такие дорогие, пришел к выводу, что причина кроется во встроенных блоках питания (драйверах). Из-за того, что блоки установлены внутри светильника, они сильно влияют на рабочую температуру светодиодов, т.к. могут нагреваться более + 100 °С, при этом радиаторы на корпусах светильников не особо помогают. Мало того, встроенные блоки выполняются из некачественных деталей, что так же негативно влияет на общий срок службы светодиодного светильника. Рассмотрев различные решения этой проблемы, остановился на выборе – установка отдельного общего ИБП. Как показала практика, общий ИБП более качественный и надежный, по сравнению со встроенными блоками, его срок службы на много выше. Отсутствие встроенного блока даст уменьшение рабочей температуры светодиодного светильника, отсюда увеличится его срок службы и уменьшится стоимость, конструкция светильника также упростится, он будет состоять только из светодиодной платы и корпуса.

Для дальнейшего проектирования светодиодной системы освещения необходимо выбрать объект – жилой дом.

2 Объект и методы исследования

2.1 Выбор объекта и рассмотрение в нем исходной системы освещения МОП

Для проектирования светодиодной системы освещения был выбран объект – жилой пятиэтажный дом, находящийся по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 255. В этом доме для освещения подъездов используются лампы накаливания (ЛН) 40 Вт, в каждом подъезде по 11 светильников. Их размещение одинаковы в 4-х подъездах и указаны на рисунке 2.

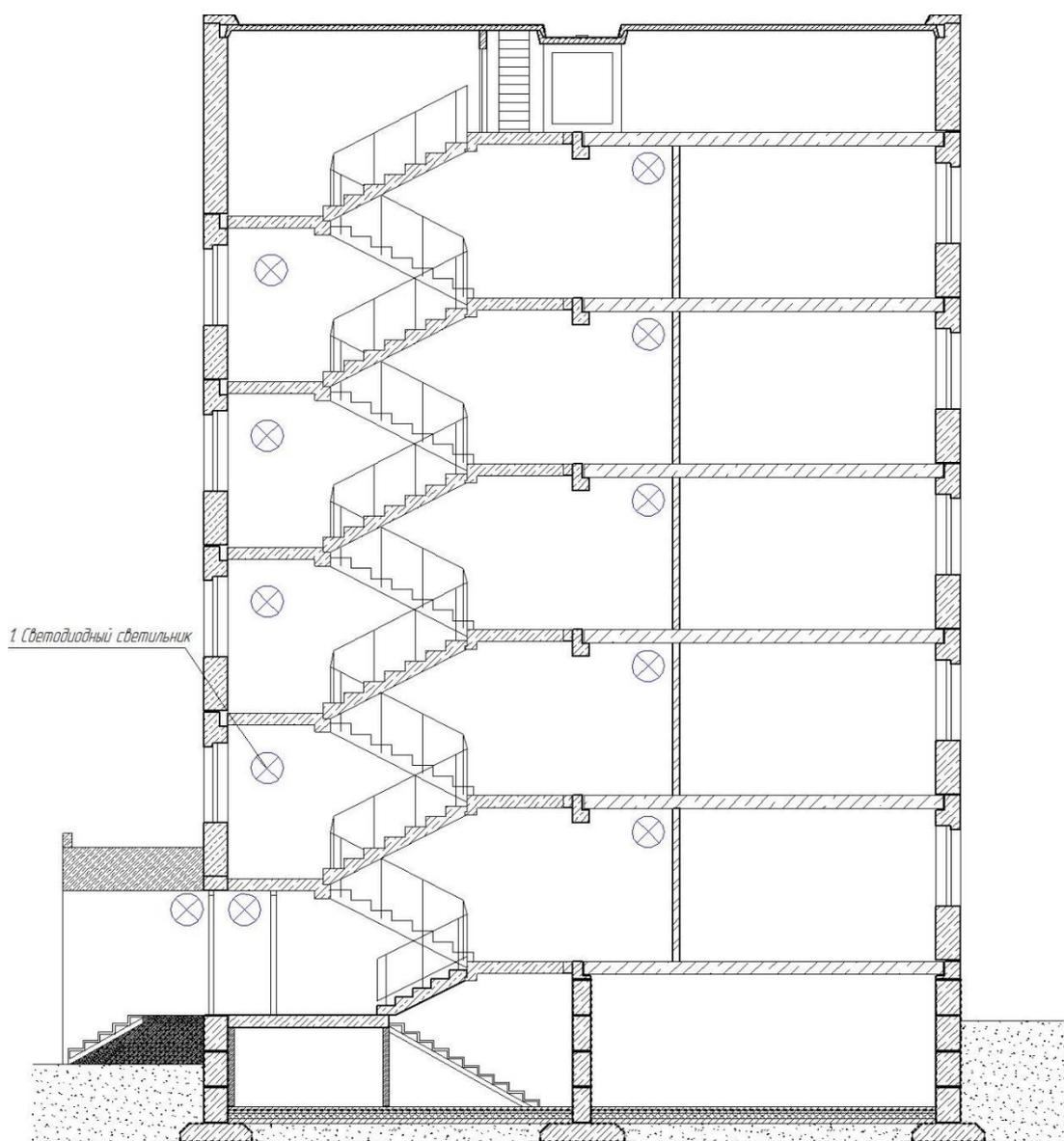


Рисунок 2 – Размещение светильников в подъезде

Данное осветительное оборудование в подъездах является ненадежной и морально устаревшей. Высокое потребление электроэнергии, низкий срок службы (до 1 000 часов), хрупкость, отсутствие автоматического включения и выключения светильника – это все недостатки светильников с ЛН. Бывают даже случаи, когда жильцы берут лампочки из подъездов для собственных нужд, и такое до сих пор практикуется. Достоинствами можно отметить – это дешевизна.

Потребление электрической энергии ламп накаливания (40 Вт) в подъездах жилого дома основана на том, что лампы не работали в дневное время, а только непрерывно от заката и до рассвета, различные погодные условия не учитывались. В таблице 1 приведены месячные значения потребления электрической энергии существующим освещением:

Таблица 1 – Потребление электрической энергии существующим

Мес.	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноя	Дек	Год
кВт·ч	968,2	775,9	723,2	562,6	455,3	374,4	530,7	649,2	809,5	906,2	968,2	1 002,9	8 178,7

осветительным оборудованием ЛН 40

Потребление электрической энергии приведено на рисунке 3:



Рисунок 3 – Потребление электрической энергии существующим осветительным оборудованием

Использование данного осветительного оборудование является не экономичным и не эффективным. В данной работе предлагается заменить существующее осветительное оборудование на светодиодные светильники с питанием от 2-х источников: солнечная электростанция (СЭС) и импульсный блок питания.

2.2 Замена существующего осветительного оборудования

Что даст нам замена светильников с лампами накаливания на светодиодные светильники? Во-первых, светодиодные светильники потребляют на много меньше электрической энергии, во-вторых, их срок службы на много больше. Светодиодные светильники, которые будут использоваться в системе освещения жилого дома состоят только из корпуса и платы, на которой размещены светодиоды. Данный светильник может работать под напряжениями от 24 В до 48 В и при этом потреблять всего 5 Вт, а выдаваемая освещенность будет равносильна ЛН 40 Вт. Выбор класса напряжения зависит от объекта, на котором будет происходить установка такой системы освещения. Светодиодный светильник, который предназначен для освещения мест общего пользования (МОП) изображен на рисунке 4:



Рисунок 4 – Светодиодный светильник для МОП

Все светодиодные светильники будут включаться автоматический с помощью датчиков движения или фотодатчиков для экономии электроэнергии и рабочих часов светильников. С помощью таких датчиков данная

светодиодная система освещения прослужит более 10 лет. Датчики докупаются под заказ, они разработаны специально для такого светильника.

2.3 Экономия электроэнергии

Данные о ежемесячном потреблении электрической энергии приведены в таблице 2. Они были рассчитаны на основании средней продолжительности дневного и ночного времени в каждом месяце за 2015 год, учитывалась работа светодиодных светильников с датчиками движения и фотодатчиками, они работали 1,5 минуты после включения. Усреднено принято, что людей в одной квартире проживает 3 человека, 4 квартиры на этаже, 5 этажей, 4 подъезда. В среднем так же учитывалось, что каждый проживающий человек в день выходит и заходит по 4 раза. Продолжительность облачной и пасмурной погоды в расчетах не учитывалось. Информация по продолжительности дня в каждом месяце была взята с сайта pogodavtomske.ru.

Таблица 2 – Помесячное потребление электроэнергии системой освещения в МОП на базе светодиодных светильников (5 Вт) жилого пятиэтажного дома по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 255.

Мес.	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноя	Дек
кВт·ч	28,3	23,23	22,53	18,59	16,28	14,20	15,44	17,46	21,32	23,76	27,53	29,11

На основании приведенных в таблице данных построим график электропотребления дома по месяцам (рисунок 5).

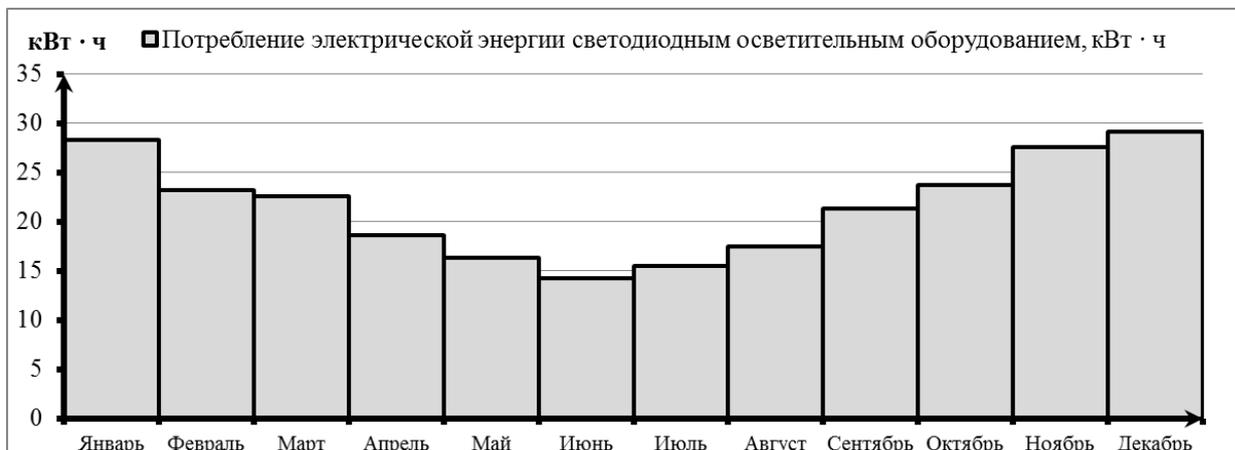


Рисунок 5 – График электропотребления поселка по месяцам года

На основании полученных данных можно сделать вывод, что дольше всего освещение в подъездах работает в декабре и январе, т.к. продолжительность дня мала, и погода в основном облачная, что так же сокращает длительность дневного времени. При использовании светодиодной системы освещения с различными датчиками, потребление электроэнергии может уменьшиться более чем в 30 раз. Срок службы светодиодных светильников в 60 раз больше по сравнению с лампами накаливания. Это означает, что рабочие часы светодиодов – более 60 000 часов, если перевести в реальное истечение времени, то такие светодиодные светильники прослужат более 10 лет.

Для дальнейшего проектирования необходимо решить следующие задачи: подробно исследовать солнечную энергию в г. Томск и на сколько рационально ее можно использовать; какое количество энергии возможно вырабатывать с помощью ФЭС.

3 Оценка потенциала солнечной энергии на объекте

3.1 Возобновляемая энергетика в Томской области.

Коренное изменение структуры потребления энергетических ресурсов произошло в XX в. с преобладанием газовой и появлением ядерной энергетики, что расширило виды не возобновляемых энергетических ресурсов природы. Солнечная энергетика имеет наиболее простые причинно – следственные связи и позволяет достичь с природой равновесного или близкого к нему функционирования. Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена высокими темпами развития солнечной энергетики и расширением географии использования фотоэлектрических систем [18].

ФЭС в сочетании с ветроэнергетическими установками и топливными водородными элементами эффективны с точки зрения использования возобновляемых ресурсов. Согласно прогнозам (экспертов Госдумы) доля возобновляемой энергетики в России к 2015 г. составит 2,5...3 %, а эксперты Международного энергетического агентства прогнозируют в мире увеличение ее доли до 9...19 % к 2050 г. Баланс энергоресурсов на рынке Томской области (ТО) не положительный. Значительная часть электроэнергии (40 %) закупается в соседних регионах, а все дизельное топливо завозится. Многие северные и северо-восточные территории ТО не имеют централизованного электроснабжения. В силу слабой промышленной инфраструктуры и низкой плотности населения включение этих территорий в централизованную систему энергообеспечения экономически не выгодно. В 81 населенном пункте, получающем электроэнергию от дизельных электростанций при цене порядка более 15 р/(кВт·ч), целесообразно использовать местные природные возобновляемые энергоресурсы. Дизельные агрегаты выработали свой ресурс и аварии ведут к значительным материальным и социальным потерям. Капитальные затраты только на обновление дизельных электростанций требуют сотни миллионов рублей при ежегодных затратах на приобретение и доставку топлива сопоставимых с этими затратами. В условиях зимы расходы

на энергоносители составляют в бюджете области порядка 40 %, более 1,4 трлн р. Суровый климат ТО, слабое развитие транспортной и энергообеспечивающей инфраструктуры при низкой плотности населения создают сложную социальную и экономическую ситуацию. Частично эти проблемы могут быть разрешены с использованием возобновляемых энергоресурсов [18].

3.2 Солнечная энергетика в Томской области

Благодаря континентальному климату Сибири, ее центральные районы получают больше солнечного света, чем районы Европы и Европейской части России, расположенные на той же широте. Традиционно считающийся наиболее «солнечным» Северный Кавказ и большая территория Центральной и Восточной Сибири характеризуются одинаковыми суммами приходящей солнечной радиации от 4 до 4,5 кВт·ч ($\text{м}^2 \cdot \text{день}$). Большая часть территории РФ от южных до северных границ независимо от широты располагает одинаковыми солнечными ресурсами от 3,5 до 4 кВт·ч ($\text{м}^2 \cdot \text{день}$). Сюда же относится и Томская область. Для сравнения в самом «солнечном» районе Европы, на юге Испании, значение среднегодового дневного поступления солнечной радиации составляет 4,7 кВт·ч ($\text{м}^2 \cdot \text{день}$), а на юге Германии, где в настоящее время активно внедряются солнечные установки – 3,3 кВт·ч ($\text{м}^2 \cdot \text{день}$). Безусловно, для России характерен гораздо более холодный климат, особенно в зимнее время, что накладывает ограничения и дополнительные требования к солнечным установкам. Не известны данные о влиянии снежного покрова на эффективность работы солнечных батарей и особенно в Сибири. Устойчивый снежный покров увеличивает выработку энергии в зимнее время в два раза при сопоставимых уровнях солнечной радиации. Для максимальной выработки электроэнергии солнечной батареей необходимо менять ее ориентацию относительно горизонта в течение года 2 раза. В бесснежный период солнечная батарея должна быть наклонена под углом

45...55° к плоскости Земли, а с установлением устойчивого снежного покрова наклон солнечных батарей должен быть увеличен до 80°. Кроме увеличения выработки электроэнергии данная ориентация исключает налипание снега во время снегопада и метели.

Для развития солнечной энергетики в интересах населения и экономики Томской области является наличие в г. Томске развиваемого производства кристаллического кремния, мелкосерийного производства солнечных батарей, развитой приборостроительной отрасли и научных организаций [18].

По разделу возобновляемой энергетике в ТО можно сделать вывод, что здесь рационально использовать солнечную энергию. Учитывая, что солнечная электростанция работает на постоянном токе номиналом 12 – 48 В, её можно напрямую связать со светодиодными светильниками, т.к. они могут использоваться без встроенных блоков. Получается, что светодиодное освещение возможно подключить напрямую в систему фотоэлектростанции (ФЭС), как нагрузку на постоянном токе 12 – 48 В без каких-либо преобразователей. Далее рассмотрим предполагаемое «сочетание» разных технологий более подробно.

Необходимо оценить энергетический потенциал солнечной инсоляции жилого дома, чтобы понять: целесообразно ли применять солнечные модули для питания светодиодных системы освещения.

Воспользовавшись данными [18], приведем статистические данные о среднесуточной инсоляции по месяцам (средние значения за 2011 год).

Таблица 3 – Среднесуточная инсоляция по месяцам для горизонтальной поверхности

Мес.	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноя	Дек
кВт·ч/ м ²	20,3	45,4	104,5	108,3	111	115,8	217,7	110	92,3	75,2	57,7	15,8

Произведем расчеты месячных и годовых значений солнечной радиации с учетом вертикального расположения фотопанели, а также под углом 45°. Для

этого воспользуемся данными [16], для г. Томска (широта 56°). Из данных таблицы, с помощью пропорциональной зависимости, определим коэффициенты пересчета значений солнечной радиации для горизонтальной поверхности, с учетом вертикального и наклонного расположений фотопанелей.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднемесячная и суммарная годовая инсоляция при различной ориентации фотопанелей, кВт·ч/м²

Ориентация	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноя	Дек	Год
Гориз.	20,3	45,4	104,5	108,3	111	115,8	217,7	110	92,3	75,2	57,7	15,8	1058,2
45°	27,5	61,4	141,4	146,6	150,2	156,7	294,6	148,9	124,9	101,8	78,1	21,4	1453,4
Вертик.	65,3	114,1	147,7	98,8	70,1	67,1	82,3	83,5	98,5	130,2	149,1	66,5	1173,1

По рассчитанным данным видно, что идеально применять фотопанели под углом для лучшей выработки электроэнергии летом, а другую половину панелей в вертикальном положении для большей выработки зимой. Самый оптимальный угол наклона для панелей летом – 42° (широта г. Томска - 56°), зимой – 80° . Но нам главное – это выработка электроэнергии зимой, т.к. зима в году долгая и самое короткое дневное время зимой, поэтому запланируем установку панелей только на южной части дома в вертикальном положении. Это упростит монтаж фотопанелей, уменьшит цену на крепления, а также выработка электроэнергии зимой будет самой максимальной.



Рисунок 6 – Место установки панелей на жилом доме

Исследовав солнечную инсоляцию в г. Томске, можно сделать вывод, что рациональнее использовать солнечную энергию, установив панели в вертикальном положении. Это даст наибольшую выработку электроэнергии в зимнее время, т.к. наибольшая нагрузка на освещение приходится в зимний период. Панели рекомендуется устанавливать на южную стену жилого дома, т.к. это более простой и менее затратный вариант монтажа.

Рассмотрев возможную установку солнечных батарей, необходимо разработать структуру ФЭС, а именно: выбрать для нее наиболее выгодное оборудование, чтобы была не только бесплатная электроэнергия, но и минимальные затраты на реализацию проекта.

4 Техническая реализация проекта

4.1 Разработка структурной схемы фотоэлектростанции и алгоритм ее функционирования

Для питания светодиодных светильников будет использована солнечная электростанция и ИБП. Солнечная электростанция будет являться основным источником питания. В данной системе освещения с питанием от СЭС отсутствует какое-либо устройство для преобразование электрической энергии такие, как инвертор. Это дает уменьшение затрат на подобную систему освещения в целом. Нужно учесть, что светодиодные светильники будут так же дешевле (стоимость примерно 500 руб.), т.к. встроенные блоки питания будут отсутствовать, а они занимают больше половины стоимости от всего светильника. Основные составные части СЭС:

- 1) Солнечная панель;
- 2) Аккумуляторная батарея;
- 3) Контроллер заряда АБ;
- 4) Светодиодные светильники (нагрузка).

Все составляющие СЭС, а также светодиодные светильники заказывается из Китая, т.к. цены на оборудование самые дешевые (дешевле, чем в России), а по качеству ничуть не уступают европейскому.

Структурная схема солнечной электростанции приведена на рисунке 6. Выбор данной системы обуславливается тем, что солнечных дней в г. Томск бывает мало особенно в зимнее время из-за большой облачности и осадков. Это влияет на выработку электроэнергии, т.к. в такие дни фотопанели будут работать не на полную мощность. Поэтому в системе необходимы аккумуляторные батареи(АБ), которые должны заменить СП (солнечные панели) на какой-то промежуток времени, чтобы избежать недовыработки электроэнергии. В случаи, если фотопанели не будут покрывать необходимую

нагрузку, а АБ будут разряжены, то нагрузка перейдет на 2-ой источник питания (резервный) – импульсный блок питания, который будет подключен к сети. ИБП всегда будет в рабочем состоянии.

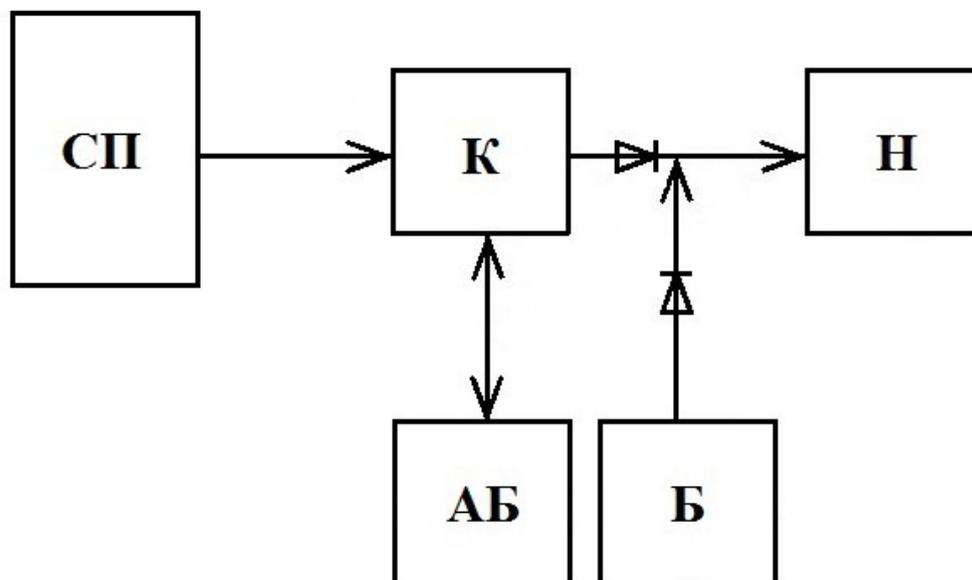


Рисунок 7 – Структурная схема солнечной электростанции

СП – солнечные панели, АБ – аккумуляторные батареи, К – контроллер заряда АБ, Н – нагрузка, Б – импульсный блок питания (резервный источник).

Для данной схемы разработаем алгоритм функционирования. По проекту, в генерации участвует ФЭС ($P_{ФЭС}$) и ИБП ($P_{Б}$). ФЭС постоянно находится в режиме генерации для покрытия фактической нагрузки ($P_{Н}$). В случае, если мощность ФЭС не способна покрыть фактическую нагрузку, то добавляется мощность с аккумуляторных батарей ($P_{АБ}$), что по предварительным расчетам должно покрывать фактическую нагрузку. В случае, если ФЭС не будет вырабатывать необходимое количество мощности и АБ будут разряжены, то автоматически (с помощью диодов) включится резервный источник питания от сети – импульсный блок питания, который покрывает нагрузку.

Блок-схема алгоритма функционирования разработанной схемы фотоэлектростанции изображена на рисунке 8:

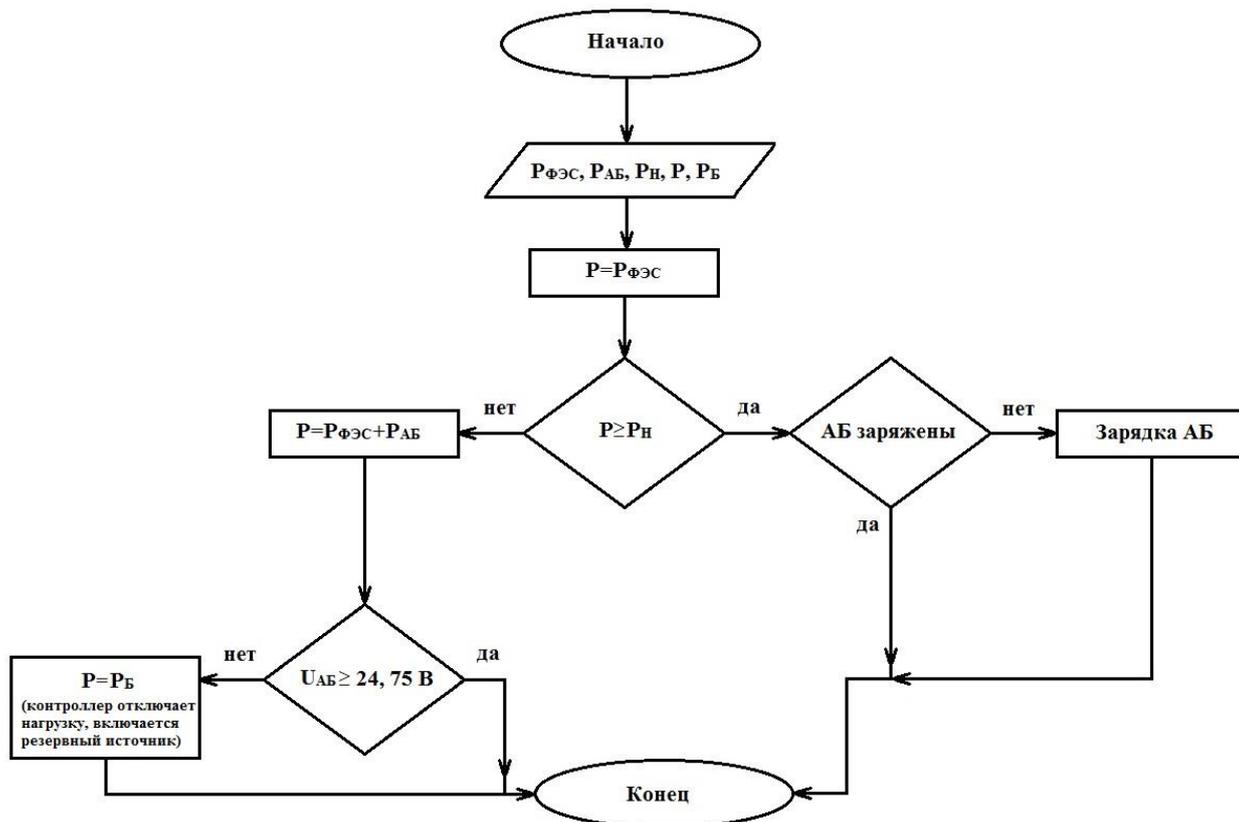


Рисунок 8 – Алгоритм функционирования ФЭС

Обрабатываем входные данные: $P_{\text{ФЭС}}$, $P_{\text{АБ}}$, $P_{\text{Н}}$, P , $P_{\text{Б}}$.

$P_{\text{ФЭС}}$ – мощность, вырабатываемая ФЭС;

$P_{\text{АБ}}$ – мощность, потребляемая с АБ;

$P_{\text{Н}}$ – мощность нагрузки;

P – величина мощности, которую необходимо потребить;

$P_{\text{Б}}$ – мощность резервного источника питания (ИБП).

Пусть величина мощности, которую необходимо потребить P равна мощности вырабатываемой ФЭС $P_{\text{ФЭС}}$ (т. е. присваиваем переменной P величину мощности, вырабатываемой ФЭС $P_{\text{ФЭС}}$), сравниваем данную величину P с мощностью нагрузки $P_{\text{Н}}$,

- если $P \geq P_{\text{Н}}$, то солнечные модули покрывают нагрузку и присутствует избыточная мощность, которая используется для зарядки АБ;

- далее идет проверка: заряжены ли АБ, если да, то АБ не заряжаются, если нет – АБ заряжаются;
- если условие не выполняется, т. е. $P < P_H$, то величина мощности, которую необходимо потребить будет равна $P = P_{ФЭС} + P_{АБ}$, т. е. добираем недостающую мощность с АБ.
- Далее проверяется условие: на сколько разрядились аккумуляторные батареи. Существуют значения напряжения АБ при различной разрядке, как в нашем случае – это для 12 В, которые указаны в таблице 5:

Таблица 5 – Значения напряжения АБ 12В при различном уровне заряда

Уровень заряда, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
U _{АБ} , В	12,70	12,58	12,46	12,36	12,28	12,20	12,12	12,04	11,98	11,94	11,90

СЭС будет на 24 В, поэтому для более эффективного и долгого использования АБ необходимо их разряжать до 70%, следовательно, пороговое напряжение будет: $12,36 \cdot 2 = 24,74$ В. Это значение напряжения будет настраиваться в контроллере как защитное напряжение для отключения нагрузки, чтобы предотвратить разряд АБ менее чем на 70%. Если напряжение АБ будет больше или равно 24,75 В, то резервный источник (ИБП) не будет включаться. Как только напряжение на АБ станет меньше 24,75 В, контроллер отключает нагрузку, и с помощью диодов включается резервный источник питания – ИБП.

Определившись со структурой СЭС и ее принципом работы, далее необходимо выбрать оборудование для СЭС и выбрать ИБП для электроснабжения светодиодных светильников в подъездах жилого дома.

4.2 Выбор оборудования фотоэлектростанции

Мощность, производимая солнечными панелями должна не полностью покрывать установленную мощность, а только с апреля по август (полгода), т.к. с октября по март солнечных дней мало и короткое дневное время. Если бы устанавливалась автономная солнечная электростанция, которая будет работать весь год, то придется устанавливать в 2-3 раза больше АБ и солнечных модулей, а это соответственно увеличит затраты на реализацию проекта в 2-3 раза. Так же придется устанавливать фотопанели большей номинальной мощностью, чем мощность нагрузки, т.к. на данном объекте длительность зимы приблизительно полгода и много пасмурных и облачных дней, а это означает, что в эти дни модули будут работать не на полную мощность. Необходимо учесть отражение солнечной радиации от снега в зимнее время, это даст дополнительную выработку электроэнергии.

Для расчета генерируемой энергии необходимо выбрать тип фотоэлектрических панелей. С учетом снижения цен на поликристаллические модули, и не смотря на то, что КПД у монокристаллических больше на 1%, особой роли на выработку электроэнергии этот процент не сыграет, т.к. панелей будет мало (приблизительно: не более 2х шт.), и пиковая нагрузка составляет 250 Вт. В нашем случае важнее играет стоимость этих панелей, а поликристаллические дешевле, чем монокристаллические. Поэтому принимаем к установке фотопанели российского производства марки ФСМ-200П.

Таблица 6 – Характеристики солнечных модулей ФСМ — 200П

Мощность	200 Вт, 0+6Вт
Напряжение холостого хода	30,3 В
Напряжение при работе на нагрузку	24,8 В
Номинальное напряжение	24 В
Ток при работе на нагрузку	8,06 А
Габариты	1324 x 992 x 45 мм
Температура эксплуатации и хранения	-40..+85 °С
Коннекторы	МС4
Класс защиты	IP 65
КПД солнечного модуля	14.9%
КПД солнечного элемента	17.2%
Солнечные элементы	Grade A, поликристалл
Кол-во диодов	3 шт.
Вес	16 кг
Цена за штуку	13 800 руб.



Рисунок 9 – Внешний вид фотопанели ФСМ – 200П

В данной автономной ФЭС с большей частью нагрузки будут справляться аккумуляторные батареи, т.к. днем панели будут заряжать АБ и частично покрывать нагрузку, но в вечернее и ночное время суток нагрузку будут покрывать только АБ. Поэтому для начала сделаем расчеты по выбору АБ, а уже потом выберем количество панелей для зарядки АБ. Расчет суточной емкости АБ произведем по следующей формуле:

$$W_{\text{АБ}} = \frac{W_{\text{н}} \cdot 1000}{U_{\text{н}} \cdot n}, \text{А} \cdot \text{ч}, \quad (2)$$

где: $W_{\text{н}}$ – это месячное потребление кВт·ч, 1000 – перевод из кА в А, $U_{\text{н}}$ – номинальное напряжение 24 В, n – это число дней в месяце.

Таблица 7 – Расчет оптимальной суточной емкости АБ

W _н , кВт·ч	Дней	Месяц	30% - АБ, А·ч	100% - АБ, А·ч
28,30	31	Янв	38,03	126,77
23,23	28	Фев	34,56	115,21
22,53	31	Март	30,28	100,94
18,59	30	Апр	25,81	86,04
16,28	31	Май	21,88	72,92
14,20	30	Июнь	19,72	65,73
15,44	31	Июль	20,75	69,17
17,46	30	Август	24,25	80,83
21,32	31	Сентябрь	28,66	95,52
23,76	30	Октябрь	33,00	110,00
27,53	31	Нояб	37,00	123,33
29,11	31	Дек	39,13	130,42

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что большее время работы АБ приходится с октября по март, соответственно, по этим месяцам необходимо выбрать АБ емкостью не менее 95,52 А·ч. Учитывая,

что АБ нужно выбрать одни из дешевых, т.е. это будут свинцово-кислотные, поэтому нам необходима емкость свинцово-кислотных батарей – 100 А·ч. Исследовав рынок, выберем АБ из Китая: SVEN – SV121000 (12 В, 100А·ч). Таких батарей необходимо 2 шт., подключая их последовательно, для получения номинального напряжения АБ 24 В.

Таблица 8 – Характеристики АБ

Основные характеристики	
Производитель	SVEN
Модель	SV121000
Тип оборудования	Аккумулятор для ИБП
Тип аккумуляторов	Свинцово-кислотный аккумулятор для ИБП
Цвета, использованные в	Черный
Сопротивление	6.5 мОм
Ток зарядки	30А - максимальный
Вес	30.55 кг
Напряжение питания	12В
Емкость аккумулятора	100 Ач
Размеры сменного аккумулятора	330 x 215 x 171 мм (12В, 100 Ач)
Клеммы	В5 (16 x 16.7 мм)
Рабочая температура	-20 ~ 50°C
Размеры упаковки (измерено в	35.5 x 28.39 x 19.5 см
Вес брутто (измерено в НИКСе)	30.55 кг



Рисунок 10 – Внешний вид АБ SVEN SV121000

Далее рассчитаем оптимальное количество фотоэлектрических модулей для подзарядки АБ. Модуль мощностью P_M в течение выбранного периода выработает следующее количество энергии:

$$W_M = \frac{k \cdot P_M \cdot E}{1000}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где E – значение инсоляции за выбранный период (час, сутки, месяц, год);

k – коэффициент, учитывающий поправку на потерю мощности солнечных элементов при нагреве на солнце, а также наклонное падение лучей на поверхность модулей в течение дня;

1000 – интенсивность, Вт/м², при которой фотопанель способна вырабатывать полную мощность. Если разделить значение инсоляции на 1000, получим количество пикочасов, в течение этого времени солнце светит как бы с интенсивностью 1000 Вт/м² [4].

Зная среднюю ежемесячную инсоляцию, рассчитаем мощность, вырабатываемую одной фотоэлектрической панелью и требуемое число

фотопанелей для зарядки АБ и покрытия нагрузки. Результаты расчетов сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет оптимального количества фотопанелей

Месяц	$W_{н}$, кВт·ч	E , кВт·ч/м ²	$W_{м}$, кВт·ч	n панелей, шт
Янв	28,30	65,29	18,28	2
Фев	23,23	114,07	31,94	1
Март	22,53	147,72	35,45	1
Апр	18,59	98,77	23,71	1
Май	16,28	70,06	16,81	1
Июнь	14,20	67,12	13,42	1
Июль	15,44	82,30	16,46	1
Август	17,46	83,49	16,70	1
Сентябрь	21,32	98,49	23,64	1
Октябрь	23,76	130,20	31,25	1
Нояб	27,53	149,06	35,77	1
Дек	29,11	66,54	18,63	2

Проанализировав результаты расчетов, принимаем к установке 2 фотоэлектрических панелей, подключенных параллельно, что позволит покрыть дневную электрическую нагрузку и заряжать АБ на протяжении всего года, т.к. зарядный ток с 2х панелей при средней выработке будет 8-10 А, что позволит нормально заряжать АБ даже в облачную или пасмурную погоду.

Выбор контроллера заряда осуществляется по номинальному напряжению системы – 24 В и по току, который может проходить через него – это приблизительно 16 А (суммарно с 2х панелей). Следовательно, нам необходимо выбрать MPPT контроллер на 24 В и 20А. Просмотрев рынок, пришел к выводу, что необходимо заказать из Китая, т.к. там дешевле и

контроллеры довольно таки надежные. Выбираем модель – «MPPT T20».

Характеристики представлены в таблице 10:

Таблица 10 – Основные характеристики контроллера заряда АБ «MPPT T20»

Напряжение панелей	12/24 В
Напряжение АБ	12/24 В
Защита АБ от разряда (регулируемая)	21,2 В (заводская настройка)
Режим зарядки	MPPT/PWM
Рабочая температура	-10 – 60 °С
Температура хранения	- 30 – 70 °С



Рисунок 11 – Внешний вид контроллера «MPPT T20»

Далее необходимо подобрать диоды для параллельной работы СЭС и ИБП. Для такой работы подходят диоды Шоттки. При выборе диода необходимо выбирать с запасом по прямому номинальному напряжению и току примерно 50 % для того, чтобы диод прослужил дольше, т.к. он может нагреваться до 125 °С, и может произойти тепловой пробой.

Выбираем диод Шоттки модели: «MBR30100CT». Его характеристики представлены в таблице 11:

Таблица 11 – Основные характеристики диода MBR30100CT

Кол-во диодов		2 шт.
V_{RRM}	(макс. обратное напряжение)	100 В
$I_{F(AV)}$	(макс. прямой ток для 2х входов: $2*15=30$)	30 А
V_F	(макс. падение напряжения на диоде)	0.84 В
T_J	(макс (макс. рабочая температура)	125 °C
Корпус		ТО-220AB
V_{FRV}	(макс. прямое напряжение)	100 В



Рисунок 12 – Внешний диода Шоттки «MBR30100CT»

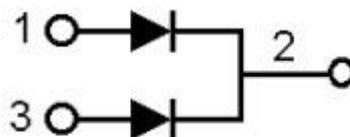


Рисунок 13 – Схема диода Шоттки «MBR30100CT»

Резервным питанием для системы освещения будет служить ИБП, питающейся от сети. Резервное переключение с СЭС на блок питания будет осуществляться через диоды, т.к. система резервного питания через диоды является самой дешевой и надежной для данной системы освещения. ИБП представлен на рисунке 14:



Рисунок 14 – Импульсный блок питания компании НАІТАІК

Питание всех светильников будет происходить от одного общего блока, он в свою очередь будет являться резервным источником питания.

Использование одного общего блока питания дает ряд преимуществ:

- данный блок питания выдерживает перепады напряжения от 180В до 264В;
- встраиваемая защита от КЗ;
- способность регулировать освещенность, $\pm 10\%$ от выходного напряжения (24, 36, 48В);
- способность программировать ИПБ и управлять им с помощью микроконтроллера;
- низкая рабочая температура как самого блока (40-50°C), так и светодиодных светильников ($t < 40^\circ\text{C}$);
- безопасность в эксплуатации и в обслуживании светильников, т.к. они будут работать постоянно от напряжения 24 – 48В;
- нагружая блок питания до 70 – 80% от номинальной мощности, тем самым увеличивается срок службы не только блока, но и самих светильников, что позволит реально приблизиться к сроку службы самих светодиодов;
- дешевизна блока питания, стоимость составляет: 2 000 – 4 000 р.

Исходя из того, что пиковая нагрузка 220 Вт, а также учитывая потери в кабеле и потребление датчиков движения и фотодатчиков, необходима мощность блока 350 Вт, т.к. существуют блоки данной марки с номиналами: 100 Вт, 200 Вт и 350 Вт. Поэтому выбираем ИБП: HAITAIK HTS-350-24 (24V, 14.5A, 350W).

Его характеристики представлены в таблице 12:

Таблица 12 – Основные характеристики ИБП HTS-350-24

Бренд	Haitaik
Номенклатурная группа	в защитном кожухе
Мощность, Вт	350
Входное напряжение	180-264V AC
Выходное напряжение	24V DC
Выходной ток	14.5A
Количество выходов	3
Материал корпуса	металлический
Размеры	227x115x50 мм
Вес	1030 гр.
Цена	2 577 руб.

Для того, чтобы этот блок работал как резервный источник, на нем необходимо будет установить выходное напряжение ниже выходного напряжения контроллера, например, у контроллера – 25 В, а у ИБП – 24,5 В.

В данном разделе была разработана структура СЭС и выбрано для нее оборудование. Для бесперебойного электроснабжения системы освещения МОП были использованы два независимых источника: СЭС и ИБП. Они работают параллельно. В случае, если СЭС не сможет вырабатывать необходимую мощность, то автоматически через диоды произойдет переключение на второй источник питания – ИБП, который подключен к сети. Все оборудование выбрано из Китая, т.к. в этой стране компоненты более дешевые и качественные, по сравнению с другими странами. Выбрав оборудование для СЭС, необходимо рассчитать окупаемость данного проекта и какая из этого будет выгода.

5 Технико-экономическое обоснование целесообразности построения светодиодной системы освещения с питанием от солнечных модулей

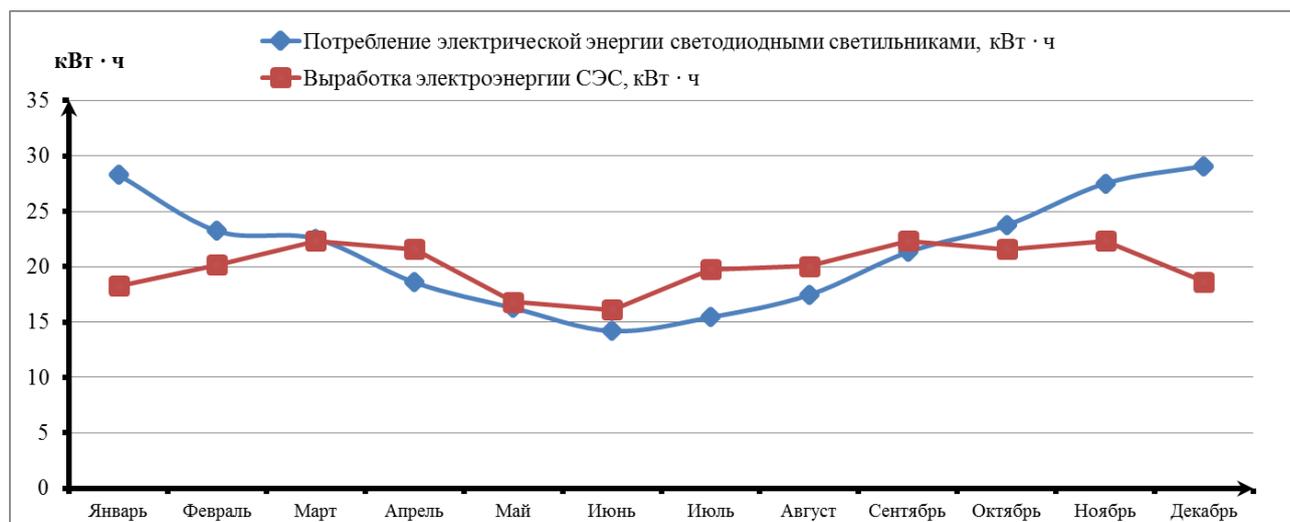
Рассчитаем экономию электроэнергии (ЭЭ) от внедрения СЭС в систему освещения МОП для жилого дома. Согласно данным по одноставочному тарифу за ЭЭ по Томской области, оплата происходит в размере – 2,05 руб/кВт·ч. А так же определим суммарную оплату за ЭЭ до и после внедрения светодиодной системы освещения совместно с СЭС.

Таблица 13 – Экономия электроэнергии от замены оборудования и внедрения фотоэлектростанции

Нагрузка	Выработка АБ	Выработка модулями	Фактическая выработка	Недовыработка	Тариф	Оплата за ЭЭ	Оплата за ЭЭ с ЛН
W _н , кВт*ч	W _{аб} , кВт*ч	W _м , кВт*ч	W, кВт*ч	W, кВт*ч	T, руб/кВт*ч	Руб.	Руб.
28,30	22,32	18,28	18,28	10,02	2,05	20,53	1984,79
23,23	20,16	31,94	20,16	3,07	2,05	6,29	1590,67
22,53	22,32	35,45	22,32	0,21	2,05	0,43	1482,49
18,59	21,60	23,71	21,60	0,00	2,05	0,00	1153,24
16,28	22,32	16,81	16,81	0,00	2,05	0,00	933,42
14,20	21,60	16,11	16,11	0,00	2,05	0,00	767,52
15,44	22,32	19,75	19,75	0,00	2,05	0,00	862,24
17,46	21,60	20,04	20,04	0,00	2,05	0,00	1087,98
21,32	22,32	23,64	22,32	0,00	2,05	0,00	1330,76
23,76	21,60	31,25	21,60	2,16	2,05	4,43	1659,42
27,53	22,32	35,77	22,32	5,21	2,05	10,68	1857,79
29,11	22,32	18,63	18,63	10,48	2,05	21,48	2055,97
					Сумма	63,83	16766,28

Оплата ЭЭ с лампами накаливания учитывалась так, что лампы работали только в темное время суток без учета пасмурной и облачной погоды. Таким образом, светодиодная система освещения с источником питания от солнечных модулей дает экономию средств в размере 16 702,45 рублей ежегодно.

Изобразим на графике полученные данные, а именно сколько электроэнергии будет вырабатывать СЭС в сравнении с потребляемой



электроэнергией светодиодными светильниками.

Рисунок – 15 Сравнение потребления и выработки электроэнергии

По данному графику можно сделать вывод, что оборудование сможет вырабатывать достаточное количество энергии для покрытия нагрузки с Марта по Сентябрь, а остальное время: с Октября по Февраль оставшуюся недовыработку электроэнергии будет покрывать ИБП.

Рассчитаем приведенные капвложения на реализацию данного проекта:

$$K = K_{\text{обор}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{стр}} + K_{\text{тр}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{обор}}$ – стоимость комплектного оборудования, руб;

$K_{\text{пр}}$ – стоимость проектных работ, руб;

$K_{\text{стр}}$ – стоимость строительных и монтажных работ по установке электрооборудования, руб.

$K_{\text{тр}}$ – стоимость транспортировки оборудования к месту установки.

Определим капитальные вложения на создание светодиодной системы освещения и источниками питания от солнечных модулей и от импульсного блока питания.

Таблица 14 – Капитальные вложения на установку солнечной электростанции

№	Наименование товара/работ	Кол-во, шт	Цена за шт, руб	Сумма, руб
1	Фотоэлектрическая панель ФСМ-200П	2	13 800	27 600
2	Контроллер заряда МРРТ Т20	1	1 718	1 718
3	Диод Шоттки MBR30100СТ	1	50	50
4	Аккумуляторная батарея SVEN SV121000	2	10 698	21 396
5	Кабель ВВГнг – 2х1,5	70 м	13,42	939,4
6	Импульсный блок питания	1	2 577	2 577
7	Светодиодные светильники	44	500	22 000
8	Датчик движения	44	150	6 600
9	Фотодатчик	40	60	2 400
Итого оборудование				85 280,4
10	Строительно-монтажные работы (20% от стоимости оборудования)	-	-	17056,08
11	Проектные работы	-	-	4264,02
12	Транспортные расходы	-	-	300
Итого				106 900,5

По полученным расчетам можно определить срок окупаемости данного проекта. Необходимо соотнести два показателя: затраты (капвложения) к экономия за электроэнергию. Необходимо также учесть затраты на замену АБ через 4 года. Предположим, что через 4 года цена на АБ не изменится. Расчет будет происходить по следующей формуле:

$$C = (K+AB)/Э, \text{ лет} \quad (5)$$

где К – это капвложения, руб; Э – экономия электроэнергии, руб.;

Получим:

$$C = \frac{106\,900,5 + 21\,396}{16\,702,45} = 7,68 \text{ лет}$$

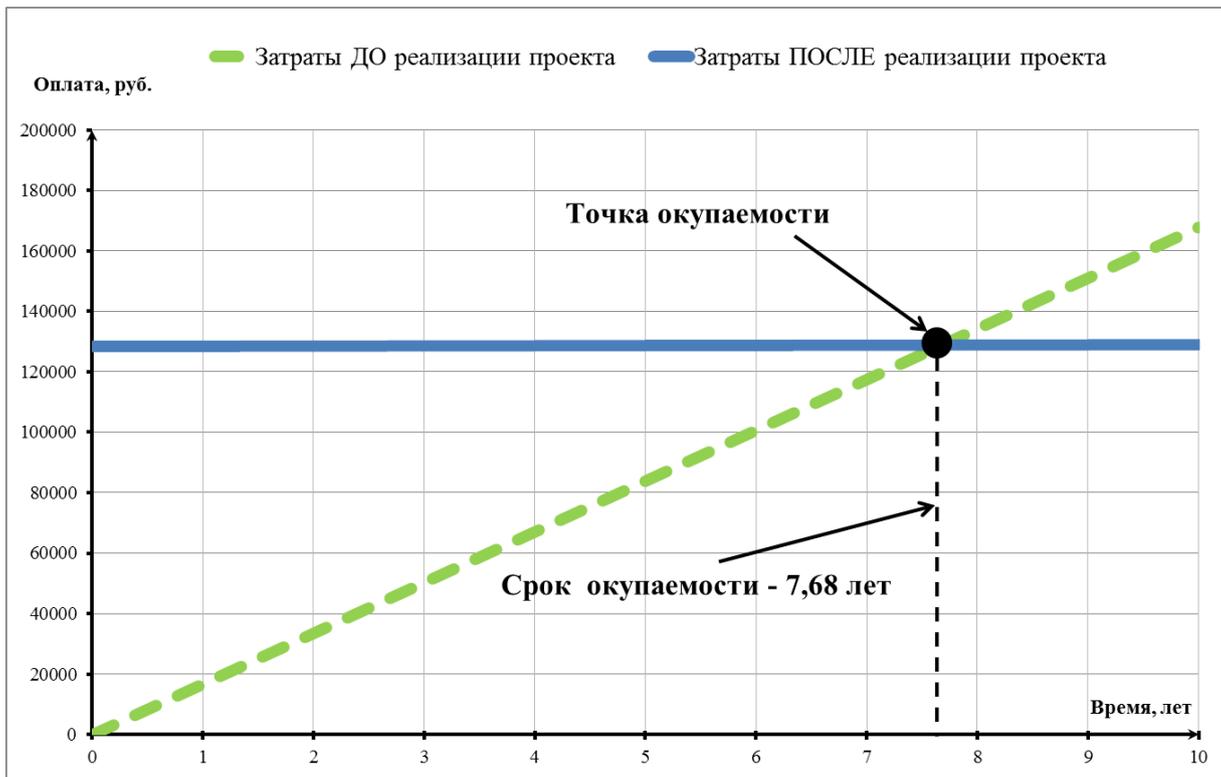


Рисунок 16 – График окупаемости проекта

По полученным расчетам можно сделать вывод, что окупаемость данного проекта не превышает 8 лет с учетом того, что один раз в 4 года необходимо будет заменить АБ. Такой срок окупаемости является оправдываемым, т.к. остальные составные части ФЭС как светодиоды, солнечные панели, контроллер заряда АБ, прослужат более 15 лет. Данная разработка вполне себя оправдывает.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Планирование комплекса научно-исследовательских работ

6.1.1 Составление перечня работ

Необходимо оценить трудоемкость выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР). Трудоемкость оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер.

Разобьем на этапы выполнение НИР, содержимое этапов представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Изучение проблемы и поиск материалов по теме	Студент
	3	Выбор способов анализа	Студент
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент
Теоретические исследования и проектная часть	5	Поиск методов исследования	Студент
	6	Выбор объекта и метода проектирования	Студент
	7	Реализация проектных решений	Студент

Продолжение таблицы 15

Основные этапы	№ работ	Содержание работы	Должность исполнителя
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, разработка рекомендаций, выводы	Студент
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент

6.1.2 Определение трудоемкости работ

Расчет трудоемкости осуществим опытно-статическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (6)$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (7)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (8)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

k - коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (9)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Число выходных/праздничных дней в 2016 году составляет 119.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{366}{366 - 119} = 1,48.$$

Следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

Удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ определяется по формуле:

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где Y_i - удельное значение каждой работы в %;

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Техническая готовность темы рассчитывается по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1}^i T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^i T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы.

Результаты расчетов приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Временные показатели выполнения ВКР

№ раб	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{min} , чел- дн.	t_{max} , чел- дн.	$t_{ож}$, чел- дн.	T_p , раб. дн.	T_k , кал. дн.	Y_i , %	Γ_i , %
1	Руководитель	2	4	3	3	4	3,94	4,23
2	Студент	10	14	12	12	17	16,34	12,68
3	Студент	2	4	3	3	4	3,94	24,23
4	Руководитель, студент	1	2	1	1	1	0,99	18,31
5	Студент	7	14	10	10	15	13,80	32,39
6	Студент	1	2	1	1	2	1,97	33,80
7	Студент	14	21	17	17	25	23,66	57,75
8	Студент	3	7	5	5	7	6,48	64,79
9	Руководитель, студент	3	7	5	2	3	3,24	67,61
10	Студент	21	28	24	24	35	33,52	100
Итого					77	113		

6.1.3 Построение графика работ

Для удобства и наглядности календарного плана работ для построения ленточного графика выполнения ВКР используют диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором этапы НИР представлены в виде протяженных по времени отрезков, характеризующихся датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в рамках таблицы с разбитием по месяцам и неделям периода выполнения НИР. При этом работы на графике отображаются в виде прямоугольников различных цветов в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 17 – Календарный план проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнители	t_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель	4	■				
2	Изучение проблемы, поиск материалов	Студент	17	■				
3	Выбор способов анализа	Студент.	4		■			
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент	1		■			
5	Поиск методов исследования	Студент	15		■			
6	Выбор объекта и метода проектирования	Студент	2		■			
7	Реализация проектных решений	Студент.	25		■			
8	Анализ результатов, разработка рекомендаций, выводы	Студент	7			■		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент	3			■		
10	Составление пояснительной записки	Студент	35				■	
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background-color: black; display: inline-block;"></div> - работа руководителя, <div style="width: 20px; height: 15px; background-color: gray; display: inline-block;"></div> - работа студента </div>								

По полученным данным можно сделать вывод, что на НИР ушло 4 месяца, так же студент уделяет большее количества времени на самостоятельные исследования, чем на работу со своим руководителем.

6.2 Расчет бюджета проектно-исследовательской работы (ПИР)

Планирование бюджета проектно-исследовательской работы осуществляется с целью полного и достоверного отражения всех расходов, связанных с их выполнением. Затраты на выполнение ПИР разобьем на следующие группы:

- а) материальные затраты;
- б) затраты на специальное оборудование и программное обеспечение;
- с) заработная плата персонала (основная и дополнительная);
- д) страховые отчисления;
- е) накладные расходы.

6.2.1 Расчет материальных затрат проектно-исследовательской работы

К материальным затратам отнесем затраты на канцелярские товары. Материальные затраты сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Материальные затраты

№	Наименование изделия	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Бумага А4	пачка	1	290	290
2	Тетрадь общая	штука	2	50	100
3	Ручка	штука	5	30	150
4	Набор карандашей	штука	1	150	150
5	Готовальня	штука	1	390	390
6	Калькулятор	штука	1	592	592
Итого					1672

6.2.2 Затраты на специальное оборудование и программное обеспечение

К данной группе затрат отнесем затраты на специализированное программное обеспечение, используемое при выполнении ПИР.

Таблица 19 – Затраты на программное обеспечение

№	Наименование	Количество	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Пакет программ Microsoft Office	1	30099	30099
2	Mathcad	1	5240	5240
3	Компас-график	1	60000	60000
Итого				95339

Амортизация рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m, \quad (12)$$

где H_A – норма амортизации,

I – итоговая сумма, руб.;

m – время использования в месяцах.

Норму амортизационных отчислений рассчитаем по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (13)$$

где n – срок полезного использования в количествах лет.

$$H_A = \frac{1}{5} = 0,2,$$

$$A = \frac{0,2 \cdot 95339}{12} \cdot 6 = 9533,9 \text{ руб.}$$

6.2.3 Расчет заработной платы персонала

К этой группе затрат относится заработная плата (ЗП) научных работников, участвующих в выполнении проектно-исследовательских работ (научного руководителя и студента-магистранта).

Согласно тарифу (окладам), за час работы руководитель получает 450 рублей, студент – 100 рублей. Один день работы составляет 8 часов.

Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 20.

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапа	Исполнители	Трудоёмкость, чел.-дн.	ЗП, приходящаяся на один чел.-день, руб.	Всего ЗП по тарифу (окладам), руб.
1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель	4	3600	14400
2	Изучение проблемы, поиск материалов	Студент	17	800	13600
3	Выбор способов анализа	Студент	4	800	3200
4	Календарное планирование работ	Руководитель, Студент	1	3600 800	3600 800
5	Поиск методов исследования	Студент	15	800	12000
6	Выбор объекта и метода проектирования	Студент	2	800	1600
7	Реализация проектных решений	Студент	25	800	20000
8	Анализ результатов, разработка рекомендаций, выводы	Студент	7	800	5600
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Студент	3	3600 800	10800 2400
10	Составление пояснительной записки	Студент	35	800	28000
Итого руководитель					28800
Итого студент					87200
Итого					116000

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{доп}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$Z_{\text{доп,рук}} = 28800 \cdot 0,15 = 4320 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{доп,студ}} = 87200 \cdot 0,15 = 13080 \text{ руб.}$$

Итоговая зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{итог}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (15)$$

$$Z_{\text{итог,рук}} = 28800 + 4320 = 33120 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{итог,студ}} = 87200 + 13080 = 100280 \text{ руб.}$$

6.2.4 Расчет страховых отчислений

К обязательным отчислениям, согласно законодательству Российской Федерации, относятся внебюджетные фонды: отчисления социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ), медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Размер отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \cdot k_{\text{внеб}}, \quad (16)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1% .

Рассчитаем размер отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб,рук}} = 33120 \cdot 0,271 = 8975,5 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{внеб,студ}} = 100280 \cdot 0,271 = 27175,9 \text{ руб.}$$

6.2.5 Расчет накладных расходов

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (17)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,16).

Итак, накладные расходы составят:

$$Z_{\text{накл}} = (1672 + 95339 + 9533,9 + 33120 + 100280 + 8975,5 + +27175,9) \cdot 0,16 = 276096,3 \cdot 0,16 = 44175,41 \text{ руб.}$$

6.2.6 Формирование бюджета затрат проектно-исследовательской работы (ПИР)

Сведем все статьи расходов в таблицу 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат ПИР

№	Наименование статьи расходов	Сумма, руб.
1	Материальные затраты	1672
2	Затраты на программное обеспечение	95339
3	Затраты на амортизацию	9533,9
4	Затраты на заработную плату	133400
5	Затраты на внебюджетные отчисления	36151,4
6	Затраты на накладные расходы	44175,41
7	Бюджет затрат ПИР	320271,71

6.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала

Светодиодные источники света одно из самых перспективных направлений развития систем искусственного освещения. На сегодняшний день эти светильники широко используются как в производстве, так и в быту. У них впечатляющие характеристики: светоотдача более 120 Лм/Вт, потребляемая мощность минимум в 2 раза меньше мощности люминесцентных ламп, срок службы находится в пределах от 50000 до 100000 часов, в зависимости от производителя светодиодных ламп. При этом фактический срок службы таких

светильников не всегда соответствует заявлениям производителей и может резко сократиться из-за выхода из строя встраиваемого импульсного блока питания. Это «Ахиллесова пята» светодиодных светильников. Сами светодиоды могут работать до 50000-100000 часов, но блоки питания – нет. Чаще всего производители делают эти блоки питания из деталей не высокого качества, которые очень чувствительны к различным изменениям напряжения в сети (например, колебаниям напряжения). Подобные изменения выводят блоки питания из строя. И когда, например, в квартире перегорает светодиодная лампа, люди выбрасывают её, думая, что она «сгорела». А перегорает лишь блок питания, при этом сама светодиодная матрица остается в целостности. Стоимость блока составляет половину стоимости светильника, а их надежность оставляет желать лучшего. Поэтому предлагаю использовать светодиодные светильники без встроенных блоков питания. Для более надежной эксплуатации светильников следует выбирать один общий источник питания, это может быть, как импульсный блок питания, так и, например, солнечный модуль (солнечная батарея или солнечная панель).

Особенно важно, что не используя встроенные блоки, можно светодиодные светильники питать на прямую от солнечных панелей. Это даст системе в целом не только надежность, но и уменьшит затраты на реализацию, т.к. будут отсутствовать инвертор и встроенные блоки у светильников.

Исследования, проводимые в данной диссертационной работе, являются актуальными как для автономных систем электроснабжения, находящихся в ведении муниципальных унитарных предприятий Томской области и других регионов Российской Федерации, так и в централизованной системе электроснабжения.

Применение таких комплексов как светодиодная система освещения с возобновляемыми источниками энергии является инновацией, не имеющей конкурентоспособных технических решений.

Сам проект имеет место быть в коммерческой составляющей, так как производится разработка нового энергетического оборудования – это

светодиодные светильники без блоков. Так же сама идея – питать светодиоды от солнечных панелей является новшеством в электроэнергетике, и с помощью других существующий технических решений происходит реализация данного проекта.

6.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

Расчет капитальных затрат на строительство фотоэлектрической станции, расчеты экономической, энергетической, а также ресурсосберегающей эффективности проекта представлены в главе 1, пункте 1.9.

В рамках выполнения проекта и разработки светодиодной системы освещения с питанием от солнечных модулей была проведена замена устаревших морально и физически светильников с лампами накаливания современными светодиодными светильниками рационально световому потоку, а также в систему освещения был введен резервный источник энергии (импульсный блок питания).

По результатам расчетов экономия электроэнергии после модернизации светильников и внедрения солнечной электростанции составляет 99%.

Годовая экономия финансовых средств составляет 16 702,45 рублей ежегодно.

Таким образом, в главе 2 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было осуществлено планирование проектно-исследовательской работы (ПИР), был рассчитан бюджет ПИР, произведена оценка коммерческого и инновационного потенциала, подытожена ресурсная, финансовая и экономическая эффективность проектно-исследовательской работы.

7 Социальная ответственность

7.1 Введение

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Организация добровольно принимает дополнительные меры (вклад бизнеса) для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в социальной, экономической и экологической сферах. В центр ставится проблема достижения и совмещения интересов всех участников «жизнедеятельности» организации (улучшение благосостояния и качества жизни).

Данный раздел ВКР посвящен выполнению анализа и разработке мер по обеспечению благоприятных условий труда на объекте. Произведен анализ вредных факторов таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, превышение электромагнитных излучений. Пожар выступает в качестве возможной чрезвычайной ситуации на рабочем месте при установке оборудования и при обслуживании. Поэтому необходимо обеспечить электробезопасность, разработать мероприятия и средства, обеспечивающие защиту людей от воздействия электрического тока и других вредных и опасных факторов.

7.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Микроклимат общественных помещений определяется совокупным воздействием на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения нагретых поверхностей. Микроклимат различных общественных помещений зависит от колебаний внешних метеоро-

логических условий, времени дня, года, особенностей производственного процесса и систем отопления и вентиляции. [1].

Согласно [1] работа в жилых помещениях относится к классу работ с интенсивностью энергозатрат 250 - 500 ккал/час. В помещениях, где работа с электричеством является основной, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ «Зв» в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата общественных помещений.

Таблица 22 – Параметры микроклимата для общественных помещений

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	14 – 16 °С
	Относительная влажность	45 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,15 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	18 – 20°С
	Относительная влажность	30 – 45 %
	Скорость движения воздуха	0,15 – 0,2 м/с

Для обеспечения достаточного постоянного и равномерного нагревания воздуха в подъезде в холодный период года используется отопление. Температуру в помещении следует регулировать с учетом тепловых потоков от оборудования.

С целью поддержания параметров микроклимата в допустимых пределах, а также комфортные условия работы обслуживающего персонала применяется кондиционирование воздуха. Кондиционирование воздуха обеспечивает поддержание параметров микроклимата в течение всех сезонов года, очистку воздуха от пыли и вредных веществ.

7.3 Анализ опасных производственных факторов

Электрический ток, проходя через живой организм, оказывает термическое, электролитическое, биологическое действия. Термическое действие проявляется в ожогах, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, перегреве сердца, мозга и других органов, что вызывает в них функциональные расстрой-

ства. Электролитическое действие проявляется в разложении органической жидкости, в том числе крови, что вызывает значительное нарушение ее состава, а также ткани в целом. Биологическое действие выражается в нарушении внутренних биоэлектрических процессов. Например, взаимодействуя с биотоками организма, внешний ток может нарушить нормальный характер их воздействия на ткани и вызвать непроизвольное сокращение мышц. Поэтому необходимо соблюдение мер электробезопасности [7,8].

Работа в общественном месте жилого дома относится в первой группе в отношении опасности поражения людей электрическим током [14] – (Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;

- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Применение двух и более мер защиты не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

Заземляющее устройство [9], используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д. в течение всего периода эксплуатации.

В первую очередь должны быть соблюдены требования, предъявляемые к защитному заземлению. Требуемые значения напряжений прикосновения и сопротивления заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года. Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

7.4 Требования пожарной безопасности

По взрывоопасной и пожарной безопасности подъезд жилого дома относится к категории «д» (помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [15]).

Системы противопожарной защиты здания должны обеспечивать возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Оповещение людей о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации при пожаре в здании должны осуществляться одним из следующих способов или комбинацией следующих способов [15]:

- 1) подача световых, звуковых и (или) речевых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей;
- 2) трансляция специально разработанных текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, обеспечивающих безопасность людей и предотвращение паники при пожаре;
- 3) размещение и обеспечение освещения знаков пожарной безопасности на путях эвакуации в течение нормативного времени;
- 4) включение эвакуационного (аварийного) освещения;
- 5) дистанционное открывание запоров дверей эвакуационных выходов;
- 6) обеспечение связью пожарного поста (диспетчерской) с зонами оповещения людей о пожаре;

Пожарные оповещатели, устанавливаемые на объекте, должны обеспечивать однозначное информирование людей о пожаре в течение времени эвакуации, а также выдачу дополнительной информации, отсутствие которой может привести к снижению уровня безопасности людей.

Обучение лиц мерам пожарной безопасности осуществляется путем проведения повторного инструктажа один раз в год.

Причинами возгорания в подъезде могут служить:

- несоблюдение техники безопасности;
- короткое замыкание (в случае неисправности светильников, проложенного кабеля, человеческий фактор);

Поэтому во избежание пожароопасных ситуаций необходимо соблюдать следующие требования [10,11,12,13]:

- соблюдать требования безопасности при работе в помещении;
- очищать помещения от горючих отходов и мусора;
- определить места и допустимое количество единовременного хранения сырья;
- оборудовать специально отведённые места для курения;
- запрещается загромождать эвакуационные пути и выходы различными материалами и изделиями, оборудованием, мусором и т.п.
- пожарные гидранты должны находиться в исправном состоянии, а в зимнее время должны быть утеплены и очищаться от снега и льда;
- все средства пожаротушения должны иметь соответствующие сертификаты.
- дороги, проезды и подъезды к зданию должны быть всегда свободными для проезда пожарной техники, содержаться в исправном состоянии, а зимой быть очищенными от снега и льда;
- не реже одного раза в полугодие проводить практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников.

Порядок действий при обнаружении пожара или признаков горения и меры по локализации и ликвидации последствий ЧС:

- незамедлительно оповестить пожарную охрану по телефону, назвав адрес объекта, место возникновения пожара и свою фамилию;
- принять возможные меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства;

- проверить включение автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);
- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара;
- прекратить все работы в здании;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара до прибытия подразделения пожарной охраны;
- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара;
- сообщать подразделениям пожарной охраны, привлекаемым для тушения пожара и проведения связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, сведения о перерабатываемых или хранящихся на объекте опасных, взрывчатых, сильнодействующих ядовитых веществах.

7.5 Охрана окружающей среды

Утилизация аккумуляторных батарей необходима для уменьшения количества токсичных веществ в твердых бытовых отходах. Вещества, которые в них используются, очень вредны для окружающей среды. Свинец составляет до 60% масса батареи, а раствор серной кислоты химически очень агрессивен.

Свинец является токсичным металлом, попадая в организм, он накапливается в костях, вызывая их разрушение.

Полная утилизация свинцово-кислотных аккумуляторов может происходить только на специальных заводах. Типовая схема переработки отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов на заводе:

- слив (удаление) электролита;
- нейтрализация электролита в герметических камерах при высокой температуре;
- дробление корпуса аккумулятора на станках-дробилках;
- фильтрация – отделение свинцово-кислотной пасты от смеси обломков пластика и металла;
- разделение пластика и металла в емкостях с водой;
- отправка пластика на гранулирование;
- нейтрализация обломков металла и пасты, снятой с фильтра;
- отделение свинца от других металлов в сушильных печах;
- доочистка свинца в тигле (специальная емкость, где на расплавленном свинце образуется и снимается верхняя корка);
- розлив свинца в формы.

Вывод по главе

Основным фактором, влияющим на производительность людей, работающих в закрытом помещении, являются комфортные и безопасные условия труда. Условия труда сотрудников в общественных местах жилого дома характеризуются возможностью воздействия на них следующих производственных факторов: тепловыделений, действие микроклимата, параметров технологического оборудования и рабочего места.

Таким образом, в данном разделе были проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье человека в закрытом помещении. Были отмечены источники негативного воздействия, меры коллективной и индивидуальной защиты.

Заключение

В данной выпускной работе была разработана и спроектирована светодиодная система освещения и источником питания от солнечных модулей. Для резервного источника был использован импульсный блок питания. Такая разработка вполне может быть реализована, т.к. окупаемость проекта будет составлять почти 8 лет, что доказывает вполне реальное и выгодное использование СЭС в г. Томск для системы освещения в местах общего пользования. Так же способ подключения светодиодных светильников без встроенных блоков питания дает максимальный срок службы светодиодов – более 50 000 рабочих часов. Подобная комбинация: светодиоды и СЭС является новизной в отрасли электроэнергетике, которая может вполне себя оправдать и даже быть конкурентоспособной на рынке.

Список публикаций

1. Научное издание «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ»,
Материалы III Международного молодежного форума, 28 сентября-2
октября, Том 3, Томск – 2015, 300 стр.

Список использованных источников

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96. "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"
2. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности.
3. Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2 2.4.1340 – 03. – М., 2003
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 –Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий
5. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. - Томск: Изд. ТПУ, 2004. - 15 с.
6. ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 12.1.030-81. Защитное заземление, зануление.
9. СНиП 21–01–97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12.
10. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №69-ФЗ. О пожарной безопасности.
11. НПБ 166-97. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
13. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. И-1-1-95. (с изменениями № 1)
14. Правила устройства электроустановок. – Москва: КноРус, 2016. – 488 с. – Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2016 г.;

15. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
16. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
17. <http://www.compel.ru/lib/ne/2012/2/11-da-budet-cree-svetodiodyi-cree-dlya-vnutrennego-i-naruzhnogo-osveshheniya/>
18. В.Ф. Саврасов, Ф.В. Саврасов*, А.В. Юрченко*, В.И. Юрченко
«Анализ использования солнечной энергии в томской области»
ОАО НИИПП, г. Томск, Томский политехнический университет.
19. Журнал: «НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ+СВЕТОТЕХНИКА» №0 (1),
2010. Ссылка: https://www.terraelectronica.ru/show_pdf.php?pdf=/files/notes/notes_170211.pdf