

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

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергосбережение и энергоэффективность
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Применение альтернативных источников питания для электроснабжения системы
освещения зоны отдыха Центрального района города Тольятти

Студент

П.А. Чепухина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент С.В. Шаповалов

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

Тольятти 2021

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Проектирование наружного освещения.....	10
1.1 Основные понятия светотехники.....	11
1.2 Выбор осветительных столбов.....	12
1.3 Светодиодные технологии в уличном освещении.....	14
1.4 Выбор уличного освещения.....	16
1.5 Выбор схемы питания.....	20
1.6 Выбор аппаратов защиты.....	24
1.7 Монтаж кабеля.....	26
1.8 Техничко - экономический расчет.....	27
Глава 2 Возможность применения альтернативных источников в качестве альтернативной энергии для питания наружного освещения.....	29
2.1 Характеристика альтернативных источников энергии.....	31
2.2 Эффективность и амортизация ветровой энергетики.....	41
2.3 Анализ местности для пригодности альтернативных источников.....	45
2.3.1 Солнечная энергия.....	47
2.3.2 Энергия ветра.....	49
2.4 Выбор ветрогенератора.....	52
2.4.1 Безопасность.....	55
2.5 Гирлянды на солнечной батарее, как подсветка для деревьев.....	55
2.6 Виды и характеристика напольных светильников.....	59
2.6.1 Выбор напольной подсветки.....	61
2.7 Техничко-экономический расчет.....	63
Глава 3 Реализация проекта по применению альтернативных источников ...	65
3.1 Устройство солнечной батареи.....	65
3.1.1 Два основных типа контроллера заряда.....	66
3.1.2 Выбор контроллера.....	68
3.1.3 Цена вопроса и логическое обоснование.....	70
3.2 Выбор и место установки ветрогенератора.....	71
3.2.1 Расчет ветрогенератора.....	72
3.2.2 Комплектация.....	76
3.2.3 Фундамент.....	77

3.3 Суммарное производство электроэнергии, получаемое из альтернативных источников	78
3.3.1 Солнце	78
3.3.2 Ветер	78
3.4 Техно-экономический расчет.....	79
Заключение	83
Список используемой литературы и используемых источников.....	85

Введение

Данная работа предполагает за собой проектирование освещения сквера на улице Жилина, а так же возможность установки альтернативных источников питания с обоснованием и расчетами.

Несмотря на то, что термин «энергосбережение» существуют давно, кажется всем понятным и простым и не вызывает уже должного энтузиазма, сама идея не только не потеряла своей актуальности, а наоборот, перешла на новый качественный уровень, заняв свое законное место в нише цифровой экономики страны.

Энергетическая сеть сталкивается с большими проблемами в передаче и распределении электроэнергии для удовлетворения спроса с непредсказуемыми суточными и сезонными колебаниями.

Согласно последним исследованиям, уличное освещение составляет 10-15% от общего бюджета муниципалитетов.

Парки и зеленые насаждения известны как «зеленые легкие» олицетворяют привлекательность и качество жизни в городах и муниципалитетах. Освещение создает уютную атмосферу, помогает ориентироваться и обеспечивает безопасность.

Помимо экологического аспекта, зеленые насаждения также выполняют важную эмоциональную функцию: они способствуют расслаблению и активным действиям и улучшают качество жизни в среде, в которой преобладают здания и улицы.

С наступлением темноты позитивное отношение к жизни в парках и зеленых насаждениях очень быстро может превратиться в противоположное. Сбалансированное освещение с увеличенными вертикальными световыми компонентами вносит значительный вклад в вечернее и ночное время, чтобы прохожие и велосипедисты чувствовали себя в большей безопасности и могли лучше передвигаться.

В настоящее время, все население земного шара сосредоточено на сохранении экологии нашей планеты, а в частности сокращении вредных

выбросов в атмосферу, загрязнений почвы радиоактивными отходами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами, также повышению энергоэффективности без вреда окружающей среде. В точности замены старого электрооборудования в виде ламп, с содержанием ртути, свинца, излучающих ультрафиолетовое излучение, подверженных взрывам на экологически чистые – альтернативные источники энергии.

Альтернативные источники энергии имеют дело с двумя формами исходных материалов. Здесь необходимо дифференцировать специальный термин «возобновляемая энергия» или регенеративная энергия. При этом используются только CO₂-нейтральные первичные источники, такие как энергия ветра, воды и солнца. В эту группу также входят биомасса и геотермальная энергия (геотермальная энергия). По сути, сюда входят все неисчерпаемые явления. Кроме того, в ближайшем будущем переход на альтернативные источники будет более рентабельным, чем их ископаемые аналоги. Разнообразные варианты регенеративного производства энергии позволяют оптимально использовать существующие природные источники именно там, где возможен максимальный потенциал.

Из-за переосмысления населения в настоящее время считается хорошей практикой выращивать собственные овощи в саду, чтобы не только облегчить семейный бюджет, но и определенным образом внести свой вклад в экологический баланс. Произведенную электроэнергию можно использовать вне солнечных часов с помощью системы хранения электроэнергии. Фотоэлектрическая система способна - в зависимости от ее размера - обеспечивать энергией все домохозяйство децентрализованно. Использование собственных солнечных коллекторов может снизить расходы на электроэнергию более чем вдвое. В результате покупка такой системы окупается примерно через два года.

Этот вклад призван служить основой для получения всестороннего обзора темы альтернативной энергетики с акцентом на возобновляемые источники энергии.

Альтернативная энергия является неотъемлемой частью сегодняшнего производства энергии и может быть найдена повсюду - будь то солнечные коллекторы на крышах или ветряные турбины, характерные для ландшафта. Электроэнергия, протекающая через сеть и потребляемая конечным пользователем из розетки, включает определенный процент энергии, поступающей из альтернативных источников. Биоэтанол даже добавляют в топливо, такое как бензин, для оптимизации экологического баланса. Это может создать картину того, что развитие альтернативной энергетики можно отнести к современности.

Если брать ситуацию во внимание освещения зон отдыха, альтернативными источниками могут стать энергия солнца и энергия ветра.

Решающим фактором использования альтернативного источника энергии, является само местоположение объекта и его география. Для этого на первых этапах планирования проводится анализ местности (количество солнечных дней в году, сила ветра в м/с, наличие сейсмической активности, близость водоемов, рельеф объекта).

Одни из современных проблем, решение которых не поддается муниципалитетам, видно человеческому глазу:

Моноotonно расположенные линии уличных фонарей вдоль дорог могут испортить городской пейзаж. Большинство уличных фонарей содержат ядовитые вещества, дабы поддерживать свечение. В дальнейшем занимает массу времени и сил для переработки устройств в конце срока службы и доставки их в пункты утилизации опасных отходов.

Высокий уровень освещенности в очень слабо циркулирующих областях, конкретно весь свет от точки освещения не направляется в нужное место.

Все эти замечания заставляют задуматься о будущем уличного освещения.

Освещение - это общественная услуга, требуемая пользователями. Он должен быть адаптирован к потребностям, чтобы перейти к более справедливому освещению.

Основная задача состоит из двух важнейших аспектов - что дорожное освещение должно быть энергоэффективным и экологичным, то есть хорошая видимость достигается при низком энергопотреблении и минимальном воздействии на окружающую среду, которое возможно. Другой аспект - заключается в том, что дорожное освещение должно использоваться там, где следует ожидать, что оно будет выполнять определенную функцию для участников дорожного движения, по разумной цене.

Целью магистерской диссертации является - снижение потребления электрической энергии системой уличного освещения сквера на улице Жилина города Тольятти, а также возможность применения альтернативных источников в качестве альтернативной энергии для питания наружного освещения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- 1) Спроектировать наружное освещение по всем нормам и требованиям в сквере на улице Жилина;
- 2) Провести географический анализ местности;
- 3) Рассмотреть альтернативные источники энергии;
- 4) Выполнить экономическое обоснование предлагаемых решений.

Гипотеза исследования состоит в том, что применение разработанного проекта поможет вывести энергетику на новый уровень в городе Тольятти, и даст новое начало на развитие альтернативных видов энергетики в дальнейшем.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы годовые данные GISMETEO по количеству солнечных дней и по силе ветра;

ПУЭ – 7 для выбора наружного освещения, программа для проектирования освещения DIALux Evo 9.1.

Научная новизна исследования. Установлено, что в городском округе Тольятти в качестве альтернативного источника электрической энергии для электроснабжения систем паркового и бульварного освещения рекомендуется применять ветряные генераторные установки. При этом показано, что применение установок на основе солнечных панелей нецелесообразно.

Теоретическая основой диссертационного исследования являются практическая реализация зарубежных стран по производству и экономии электроэнергии.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предлагаемой системы энергоснабжения на основе альтернативных источников энергии для наружного освещения объектов муниципальной и государственной собственности.

Основные этапы исследования: исследование проводилось с 2019 по 2021 год в несколько этапов:

На первом этапе (констатирующем этапе) формулировалась и обговаривалась тема исследования с научным руководителем, выполнялся сбор информации по теме исследования из иностранных источников, что являлось теоретической основой, определялись цели и задачи, предмет исследования, объект исследования, гипотеза, методы, научная новизна, практическая значимость исследования.

Второй этап (исследовательский этап) – в ходе проведения данного этапа осуществлялся географический анализ местности, было выбрано и спроектировано наружное освещение, выдвижение гипотезы по применению альтернативных источников, проводилось написание и публикация научных статей по теме исследования в сборниках научных статей.

Третий этап (проверка гипотезы) – на данном этапе осуществлялось применение альтернативных источников энергии с доказательствами и

расчетами, найдена окупаемость проекта, были сформулированы выводы о полученных результатах по проведенному исследованию.

На защиту выносятся:

- 1) Результаты расчетов и обоснования применения ветровой и солнечной энергетики в парковом освещении;
- 2) Окупаемость и стоимость проекта.

По теме исследования опубликована 1 статья:

Чепухина П.А. Применение альтернативной энергетики в уличном освещении // Научный альманах, 2021.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе проектируется парковое освещение, с выбором автоматических выключателей, сечением кабеля и фонарного столба.

Во второй главе проанализирован проектируемый объект по географическому расположению, а также выбраны подсветки на солнечной батарее.

Третья глава посвящена разработке проекта по применению альтернативных источников энергии в повседневной среде города для питания освещения сквера на улице Жилина. Представлен выбор и место установки ветрогенератора, а также логическое и экономическое обоснование.

В заключении находятся результаты проектирования.

Работа изложена на 85 страницах и включает 11 рисунков, 17 таблиц, 31 источник.

Глава 1 Проектирование наружного освещения

Цель садово-паркового освещения - создать приятную и безопасную среду, в которой люди будут наслаждаться даже после захода солнца. Освещение и лампы являются частью пейзажа и атмосферы. Они помогают воспринимать пространство и определять его природу.

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

Электрические светильники классифицируются:

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

Уличное освещение имеет разнообразные и важные задачи. Прежде всего, свет имеет визуальную функцию. Он предназначен для обеспечения поле зрения и определенного комфорта. Во-первых, обеспечить достаточную видимость для всех участников дорожного движения, чтобы они могли своевременно реагировать на изменившиеся дорожные ситуации.

С другой стороны, общественное освещение также используется для проектирования общественных мест и дорожек.

Из - за безопасности дорожного движения и ответственности уличное освещение незаменимо, но влечет за собой очень высокое потребление энергии.

В уличном освещении правильный свет обеспечивает раннее обнаружение опасности и, таким образом, повышает безопасность всех участников дорожного движения. Кроме того, для пешеходов чрезвычайно важно распознавание лиц, для которых цветовые контрасты должны быть хорошо заметны.

Исследования показали, что люди должны распознавать лица, по крайней мере, на расстоянии 4 м, чтобы чувствовать себя в безопасности.

1.1 Основные понятия светотехники

Существуют основные понятия светотехники:

1) Освещенность является наиболее важным значением для планирования освещения. Это влияет на то, какие лампы использовать и в каком количестве. Освещенность описывает, сколько света падает на поверхность. Для этого определяется коэффициент светового потока и освещенной поверхности. Единицей освещенности является люмен на квадратный метр. Она указана в единице измерения Lux (лк);[25].

2) За исключением автомагистралей, для различных типов дорог требуются минимальные значения освещенности;

3) Световой поток служит эталоном общей яркости, воспринимаемой человеческим глазом. Он указывает, сколько света излучает источник света во всех направлениях. Световой поток и измеряется в люменах (лм);

4) Цвета оказывают сильное воздействие на тело, ум и душу человека;

5) Исследования показывают, что белый свет лучше поддерживает восприятие человеческого глаза, чем желтоватый свет. Следовательно, белый свет (например, 4000 К) для сложных дорожных ситуаций с различными участниками дорожного движения (автомобили, велосипедисты, пешеходы) может быть более подходящим;

6) Цветовая температура или теплый белый свет хорошо подходит для жилых районов, потому что оно воспринимается как более приятное;

7) По большому счету, выбор цветовой температуры является важным аспектом в планировании уличного освещения;

8) Цветопередача источника света – это эффект, который ваш свет вызывает на цветных предметах. Она представлена так называемым индексом цветопередачи (CRI) с единицей (Ra). Чем выше CRI, тем более реалистично воспроизводятся цвета;

9) Индекс цветопередачи светодиодных светильников находится в пределах около 80, в то время как у ртутных ламп 40-60;

10) Светоотдача - это показатель эффективности источников света. Она указывает, сколько энергии должно быть затрачено на определенный световой поток. Светоотдача указывается в люменах на ватт (лм/Вт). Чем выше значение, тем эффективнее лампа;

11) Срок службы. Для светодиода характерна работа в течение 100 000 часов. Для светодиодов яркость уменьшается с увеличением времени работы – они «деградируют». Таким образом, номинальный срок службы (L) описывает, по истечении, какого времени световой поток лампы снизился до указанного значения [12].

В отличие от обычных ламп, полный сбой крайне редок для светодиодных источников света.

Главное требование при проектировании объекта - это, прежде всего: гармонизация дизайна с функциональностью.

К сожалению, этот принцип слишком часто игнорируется.

1.2 Выбор осветительных столбов

От освещения зависит, комфортно ли нам находиться в той или иной местности. Потому что в зависимости от контраста, цвета света или яркости свет раскрывается совершенно по-разному

На сегодняшний день сквер по улице Жилина освещается от силовых опор, проходящих вдоль проезжей части. Неосвещенными остаются

пешеходная тропа (основная), второстепенные входы на территорию сквера, клумбы, деревья, площадь вдоль скамеек, монументы.

Расположение фонарных столбов играет большую роль в дальнейшем проектировании. Столбы не должны располагаться в местах, представляющее затруднение движения, как для автомобилей, так и для пешеходов. Помимо этого, угол между направлением проекции максимальной силы света и вертикальным направлением не должен превышать 65° .

Для освещения прохожей зоны сквера подойдет использование уличного садового фонаря высотой 2.5-5 метров и освещение лужаек, пространства вдоль скамеек светильниками высотой 0.6-0.8 метров.

Конкретных СНиПов по установке фонарных столбов в парках, на аллеях и скверах не предусмотрено, поскольку монтаж ведется по специальным технологическим картам. К таким документам можно отнести: Правила устройства электроустановок (ПУЭ-7), 7 издание, где в главе 6.3. «Наружное освещение» говорится о выборе и размещении источников света: Согласно п. 6.3.13., опоры для освещения аллей и пешеходных дорог должны размещаться вне пешеходной зоны.

В п. 6.3.6. также говорится, что над пешеходными дорогами и бульварами светильники должны располагаться на высоте не менее 3 м. Соответственно, высота опор здесь должна быть тоже не меньше 3 м.

Высота монтажа светильников для освещения газонов не ограничивается, но только при условии степени защиты оборудования не менее IP54 и использовании напряжения до 380 В. Это касается светильников, располагаемых на высоте ниже 2,5 м от поверхности земли [13].

Размещение уличных фонарных столбов представляет собой:

- Одностороннее освещение,
- Двустороннее освещение в шахматном порядке,
- Двустороннее симметричное освещение,

- Симметричное освещение,
- Боковые подвесные светильники.

По материалу столбы изготавливают из: чугуна, меди, оцинкованной стали, железобетона, алюминия. В данном случае, предпочтение отдается алюминию, в виду его долговечности, простоты в монтаже, а также в высоком диапазоне рабочих температур.

Размеры проектируемого объекта 1382 м * 45 м (в максимальной точке к площади Свободы) и 22 м по основной траектории. Представление об объекте изображено на рисунке 1.

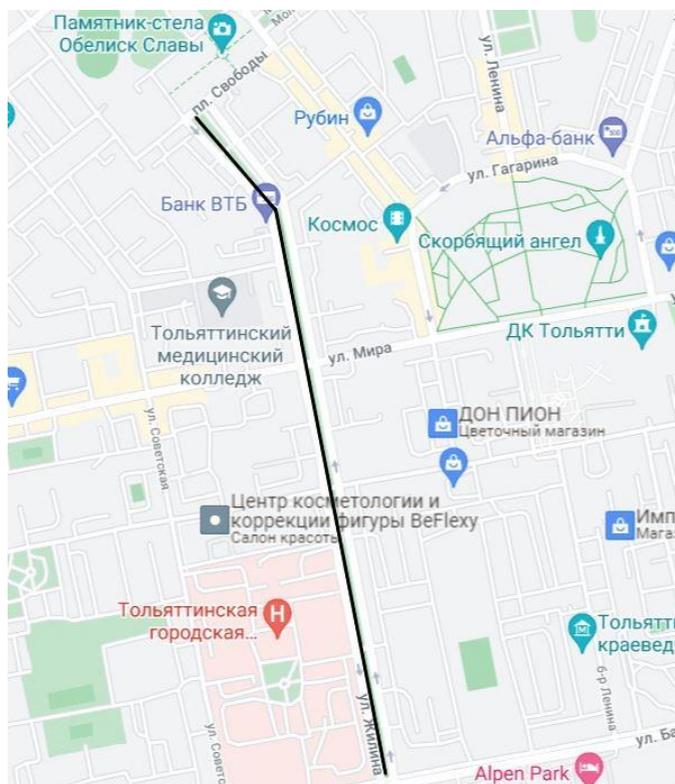


Рисунок 1 – Проектируемый объект

1.3 Светодиодные технологии в уличном освещении

Основная функция уличного фонаря - освещение, его также можно приложить к художественному произведению, ориентиру, указателю.

Уличные светильники используются на улице, поэтому они должны быть водонепроницаемыми и пылезащищенными.

Поскольку классические лампочки для освещения устарели, количество светодиодных светильников растет. LED означает: Light Emitting Diode и представляет собой энергосберегающую технологию, которую можно гибко использовать где угодно. Светодиоды имеют длительный срок хранения и производятся без ртути и других вредных веществ. Сразу после включения универсальный свет светится полной яркостью и не начинает мерцать даже после многих лет эксплуатации. Солнечный свет не имеет ни инфракрасного, ни УФ-излучения. Они излучают яркий свет, очень хорошо освещают территорию, потребляют мало электричества, которое они также получают за счет энергии солнца. В то же время сокращается бюджет и сохраняется окружающая среда.

Использование светодиодных ламп в освещении рассматривается как возможность повышения энергоэффективности и экономии энергии. Эффективность и световой поток светодиодов значительно выросли за последние годы, так что теперь их можно использовать в уличном освещении. Следует отметить, что эффективный источник света сам по себе не обеспечивает эффективного освещения.

LED можно только в полной мере использовать свой огромный потенциал в связи с современными лампами. Современный светодиодный уличный фонарь состоит из корпуса, светодиодного модуля, драйвера (источник питания для светодиодного модуля) и оптической системы для направления света (линзы, микроотражатели и т.д.). Светодиодный модуль, как правило, состоит из большого количества отдельных светодиодов. В настоящее время светоотдача светодиодов уже выше, чем у обычных ламп, используемых в уличном освещении. Однако разработка светодиода еще не завершена. Некоторые из них особенно актуальны на открытом воздухе.

Преимущества светодиода:

- Гарантируется длительный срок службы от 30 000 до 100 000 часов (примерно десять лет);
- Меньшее ухудшение по сравнению с обычными источниками света (после 30 000 часов работы все еще остается 80 процентов светового потока);
- В отличие от люминесцентных ламп здесь нет пониженного светового потока при низких температурах;
- Легкая настройка на требуемый световой поток благодаря хорошей регулировке яркости;
- Вырождение светодиодов можно компенсировать программным обеспечением в современных драйверах.

Недостатки светодиода:

- Чувствителен к высоким температурам (температура перехода от 60 до 70 ° C) во время работы;
- Существующие светильники сложно адаптировать, поскольку свет исходит «направленно» (и выборочно) от светодиода;
- Самый высокий световой поток с «неестественными световыми цветами» (более 5000 К).

1.4 Выбор уличного освещения

Выбор уличного освещения подразумевает собой не только эстетическую красоту, но и также соответствие требованиям.

Проектирование освещения производилось в программе DIALux evo 9.1.

Поскольку DIALux evo представлен на международном уровне и используется соответственно большим количеством проектировщиков, эта программа оптимально подходит для грамотного проектирования не только уличного, но и внутреннего освещения. В конечном результате, программа

выводит данные по соответствию нормам и требованиям, визуальную модель расположения светильников и распределение освещенности.

В ходе проектирования освещения пешеходной зоны в программе, было получено:

- 1) Двустороннее смещенное размещение (2:1) рисунок 2;
- 2) Минимальное расстояние между мачтами – 15 м, максимальное – 20 м;
- 3) Высота световых точек – 5 м;
- 4) На расстояние в 150 метров приходится 20 светильников (на одну мачту – 1 светильник);

5) Пешеходная часть (зона П4) соответствует требованиям. Данные сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводка данных зоны освещенности П4

Наименование	Результат	Норма
ТГ	14	≤ 30
$E_{ср}$, лк	6.66	≤ 7.50
E_{min} , лк	3.85	≥ 1.0
E_{scmin} , лк	2.36	≥ 1.0
E_{vmin} , лк	1.52	≥ 1.50

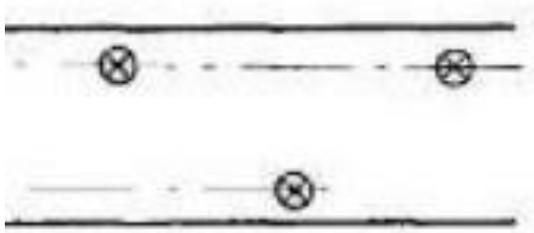


Рисунок 2 – Размещение выбранных светильников

Выполнив проектирование в программе DIALux Evo 9.1, была получена картина распределения освещенности. Распределение освещенности представлено на рисунке 3.

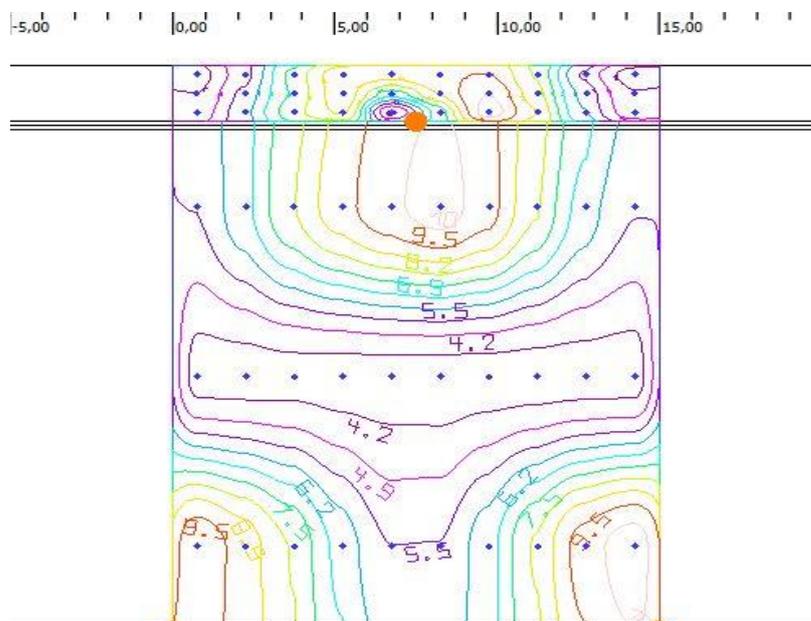


Рисунок 3 – Распределение освещенности после проектирования мачт со светильниками в программе DIALux Evo 9.1

Был выбран светильник, фирмы UNILAMP, данные которого сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Выбранное уличное освещение

EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29			
Потребляемая мощность	29 Вт	Световой поток	3800 Лм
ССТ	4000 К	CRI	80%
IP 54			

Габариты выбранного светильника представлены на рисунке 4.

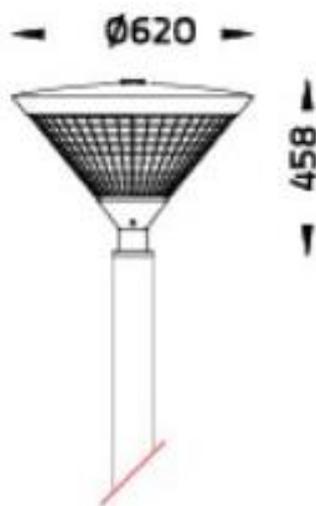


Рисунок 4 – Габариты светильника EPSYLON-POST TOP
7210-0-5-876-29

Для определения количества светильников использовалось выражение:

$$n = \frac{l}{R} \quad (1.1)$$

где l – длина аллеи;

R – расстояние между опорами.

В подстановку формулы (1.1) мы имеем: $\frac{1382}{15} \approx 92,1 \approx 93$.

Означает, что для одной стороны сквера понадобится 93 светильника, а чтобы осветить весь сквер, полученное значение умножаем на 2, и получаем в итоге 186 светильников.

Сквер разбит на 5 участков, данные которых сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Измерение расстояния участков и расчет необходимого количества светильников.

	Расстояние от и до, м	Количество светильников на одно разделение
Полоса 1	250	17* 2
Полоса 2	311	21* 2
Полоса 3	250	17* 2

Продолжение таблицы 3

Полоса 4	311	21* 2
Полоса 5	260	17* 2
Итого	1382	186

1.5 Выбор схемы питания

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

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

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

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

Парк является местом отдыха населения, а использование воздушных линий нарушает дизайн и визуальное восприятие культурных объектов парка. Поэтому в работе, для питания опор освещения, будет использована подземная прокладка кабелей. В работе предлагается использовать

трехфазные кабели на напряжение 0,4 кВ. Распределение нагрузки светильников на каждой линии будет выполняться равномерно, чтобы не допустить перекоса мощности по фазам.

Выбор сечения кабелей в сетях напряжением до 1000 В выполняется путем сравнения расчетного тока в линии с длительно допустимым током выбранных марок кабелей. Так же при выборе кабелей необходимо учитывать условия их прокладки и температуру окружающей среды. В случае питания опор освещения Центрального парка после реконструкции, прокладка будет выполнена в земле, сам питающий кабель будет укладываться в двустенную трубу, используемую для прокладки кабеля 0,4 кВ под землей. Труба выполнена гофрированной двустенной из ПНД (полиэтилена низкого давления). Данный вид труб применяется при реконструкции и строительстве городских коммуникаций. Труба ПНД позволит защитить кабель от возможных механических нагрузок на грунт. Для прокладки в земле не допускается применение ПВХ (поли винил хлоридных) гофрированных труб.

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

$$I_p \leq I_{\text{доп}} \quad (1.2)$$

где I_p – расчетный ток линии, А;

$I_{\text{доп}}$ – длительно допустимый ток кабеля, А.

Выбор сечения производится по таблицам ПУЭ, согласно выбранному виду прокладки. Так как прокладка осуществляется в двустенной пластиковой трубе, то по необходимо учесть поправочный коэффициент прокладки равный 0,92. Поэтому ток, заданный в таблице необходимо до множить на коэффициент, это позволит учесть ухудшение охлаждения кабеля.

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{доп}}^{\text{табл}} * 0,92 \quad (1.3)$$

где $I_{\text{доп}}^{\text{табл}}$ - допустимый табличный ток для трехжильных кабелей;
0,92 – коэффициент для четырехжильных кабелей, о.е. [20].

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

Исходя из условий в работе будем выбирать медный кабель марки ВВГ. ВВГ – это силовой кабель, с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ.

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

Потери напряжения в сети определяются по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I_{\text{рас}} * L}{U_{\text{л}}} * (r_0 * \cos\varphi + x_0 * \sin\varphi) * 100 \quad (1.4)$$

Данные таблицы 9 используем для выбора кабеля. Результаты выбора кабеля сведем в таблицу 10. Выбор питающего кабеля необходимо осуществить исходя из условий механической прочности и потери напряжения. Для протяженных силовых линий освещения целесообразно по рекомендациям выбирать кабель сечением не ниже 25 мм². Для каждой аллеи проверим кабель по допустимому току, результаты занесем в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение расчетного тока в линии

	Количество светильников	Мощность, Вт	Расчетный ток, А

Продолжение таблицы 4

Полоса 1	34	986	4,49
Полоса 2	44	1276	5,8
Полоса 3	34	986	4,49
Полоса 4	44	1276	5,8
Полоса 5	34	986	4,49
	186	5,51 кВт	

Данные таблицы 4 используем для выбора кабеля. Результаты выбора кабеля сведем в таблицу 5. Выбор питающего кабеля необходимо осуществить исходя из условий механической прочности и потери напряжения. Для протяженных силовых линий освещения целесообразно по рекомендациям выбирать кабель сечением не ниже 25 мм². Для каждого участка проверим кабель по допустимому току, результаты занесем в таблицу 5.

Таблица 5 – Выбор кабеля питания сети паркового освещения

	Расчетный ток, А	Потеря напряжения в линии, %	Выбранное сечение кабеля
Полоса 1	4,49	1.41	ВВГ 4x25
Полоса 2	5,8	2.27	ВВГ 4x25
Полоса 3	4,49	1.41	ВВГ 4x25
Полоса 4	5,8	2.27	ВВГ 4x25
Полоса 5	4,49	1.466	ВВГ 4x25

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

будет на нем. Величина тока зависит от подключенной нагрузки, а сопротивление провода больше, чем его длина.

В таблице 6 представлены характеристики выбранного кабеля необходимые для определения величины потери напряжения.

Таблица 6 – Характеристика кабеля ВВГ 4х25

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

1.6 Выбор аппаратов защиты

Для защиты светильника, в установочной коробке опоры освещения необходимо установить автоматический выключатель [15].

Выбор серии автоматических выключателей определяется: электрическими характеристиками установки, окружающей средой, потребителями и необходимостью дистанционного управления, а также типом предполагаемой системы дистанционного действия.

Выбор автоматического выключателя зависит от:

- электрических характеристик установки, для которой должен быть предусмотрен автоматический выключатель,
- условия окружающей среды: температура окружающей среды в корпусе или шкафу управления, климатические условия и т.д.,
- необходимая мощность отключения и включения тока короткого замыкания,
- эксплуатационные характеристики: выборочное срабатывание, каскад/резервную защиту, необходимость (или нет) дистанционного

управления и дисплей и соответствующие вспомогательные контакты, вспомогательные срабатывания катушки, разъем.

Выбор автоматического выключателя осуществляется по мощности подключаемого электроприемника [15].

В нашем случае электропримеником является светодиодный светильник уличного освещения EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29. Мощность светильника составляет 29 Вт, подключения светильника на напряжение 220 В. Коэффициент мощности $\cos\varphi$ светильника составляет 0,98.

Номинальный ток рассчитаем по формуле:

$$I_{\text{НОМ}}^{\text{свет}} = \frac{P}{U_{\text{НОМ}} * \cos\varphi} = \frac{29}{220 * 0,98} = 0,134 \text{ А} \quad (1.5)$$

Ток светильника достаточно низкий, поэтому выберем по каталогам производителя подходящий автоматический выключатель марки SIEMENS 5SL62147. Данный автоматический выключатель изготавливается на номинальный ток 0,3 А.

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

Согласно данным расчетного тока каждой линии, представленных в таблице 6, выберем автоматические выключатели на каждую линию. Результаты выбора автоматических выключателей сведены в таблицу 7.

К установке примем четырёхполюсные автоматические выключатели производства компании Siemens.

Таблица 7 – Выбор автоматических выключателей

	Расчетный ток, А	Номинальный ток автоматического выключателя, А	Марка автоматического выключателя
1	2	3	4
Полоса 1	4,49	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Полоса 2	5,8	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Полоса 3	4,49	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Полоса 4	5,8	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA
Полоса 5	4,49	6	Siemens SL 4P 6A (B) 6kA

1.7 Монтаж кабеля

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

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

- Сумеречное реле, позволяющее светильникам и силовым опорам включать освещение в сумерках, и автоматически выключаться на рассвете;
- Переключатель с фиксированным положением I-0-II;
- Автоматические выключатели;
- Магнитный пускатель [26].

1.8 Техничко - экономический расчет

Для проведения технико-экономического расчета, было выбрано оборудование для освещения сквера, подсчитано количество и общая стоимость реализации.

Выбранное оборудование изложено в таблице 8.

Таблица 8 - Перечень выбранного оборудования для сквера г. Тольятти на улице Жилина.

Тип светильника	Мощность, Вт	Количество, шт.
EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29	29	186

Общая потребляемая мощность EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29:

$$P_1 = P_{\text{светильника}} \times N = 29 * 186 = 5,51 \text{ кВт}, \quad (1.6)$$

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

Общая стоимость светильников EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29:

$$C_{\Sigma \text{EPSYLON}} = C_{\text{EPSYLON}} \times N = 8652 * 186 = 1\,609\,272 \text{ рублей}. \quad (1.7)$$

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

В проведении экономического расчета по проектированию оборудования для сквера на улице Жилина города Тольятти, была получена общая стоимость реализации проекта - 1 609 272 рублей. Территория площадью 1382 м спроектирована под 186 светильников, потреблением суммарно 5,51 кВт. Было выбрано сечение кабеля для прокладки в ПНД трубе в земле - ВВГ 4х25, а также посчитаны потери напряжения, удовлетворяющие требованиям $n \leq 5\%$. Помимо прочего были подобраны аппараты защиты - автоматический выключатель марки SIEMENS 5SL62147.

Выводы к главе

В качестве осветительных приборов выбраны светильники фирмы UNILAMP модель EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29 потреблением 29 Вт с распределением освещенности по зонам, а также выполнен технико-экономический расчет.

Глава 2 Возможность применения альтернативных источников в качестве альтернативной энергии для питания наружного освещения

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

Декоративное освещение парков и зеленых насаждений играет важную роль в современном городском маркетинге. Свет определяет качество городской жизни в вечерние часы и создает настроение освещения, которое эмоционально привлекает посетителей. Освещение деревьев, скульптур и особых сооружений привлекает внимание к особенностям и создает приятную атмосферу. Эти световые постановки живут в захватывающем чередовании ярких и темных интерьеров.

Сверхъяркие светодиодные фонари идеально подходят для использования в качестве солнечных фонарей. Они функциональны и могут использоваться где угодно. Понадобится всего лишь десятая часть энергии, которую потребляет лампа накаливания такой же яркости. Солнечной панели и батареи достаточно, чтобы обеспечить универсальный свет необходимой энергией. Темные дорожки в саду, у входа или на подъездной дорожке можно осветить так же эффективно, как и котельную, чердак, сарай для инструментов в саду или гараже. Вместе с солнечной панелью и аккумулятором универсальный светильник можно гибко использовать везде, где требуется свет, без прокладки линий электропередач.

В саду, в парке, в сквере, на площадях: есть много мест, где нет электричества, потому что электросети не везде достаточно. Кроме того, по мере роста цен на электроэнергию потребление электроэнергии становится все менее привлекательным. Солнечные светильники предлагают альтернативный вариант освещения, с помощью которого можно

использовать бесплатную энергию солнца и в то же время работать независимо от электросети. Такая электроэнергия не оплачивается вне зависимости от часов работы, без надобности прорывать огромные траншеи для прокладки новых силовых кабелей в земле, а также реставрировать старые линии. Светильники со светодиодной подсветкой не требуют подключения счетчика и не требуют дополнительной платы за счетчик.

Можно использовать их для яркого освещения тротуаров в саду и вокруг дома, сделать подъезд к дому ярким и безопасным, осветить и обезопасить строительную площадку в ночное время. Используя светильники, не зависящие от электросети, идет большая экономия денег и в то же время защита климата: электричество от солнечного света не выделяет вредный углекислый газ в нашу атмосферу.

С универсальным светом, не зависящим от стационарного источника питания, мы получаем свободу в отношении освещения. Солнце дает нам необходимое электричество. Для нас, людей, это самый безопасный и самый крупный источник постоянно возобновляемой энергии, который будет обеспечивать нас чистой и бесплатной энергией в течение миллиардов лет. Солнечные фонари, работающие от солнечной энергии, - это первый шаг к новому типу выработки энергии. Несколько лет назад правительство объявило о прекращении производства ядерной энергии. Изменения видны невооруженным глазом: все больше и больше людей обращаются к альтернативам, и производство солнечной энергии является одним из них. С универсальным светодиодным светильником не будет зависимости не только от проложенных линий электропередач, но и от стоимости электроэнергии.

Важный момент: Прохожие не должны быть ослеплены (направление света = направление взгляда). Кроме того, следует исключить световые помехи в непосредственной близости от объекта. Грамотные светодиодные решения обеспечивают эффективность, удобство и систему управления освещением, которая может быть запрограммирована в соответствии с требованиями и, в идеале, также сообщает о неисправных лампах.

К расстоянию между светильниками на дорожках действует следующее: чем меньше высота установки, тем короче расстояние до следующего светильника. Это расстояние также зависит от маршрута и яркости объекта.

В дневное время свет выполняет чисто творческую функцию, определяющую стиль объекта.

Критерии оценки парков и зеленых насаждений:

– В случае чисто пешеходного движения критерием светотехнической оценки является средняя горизонтальная освещенность. Значение технического обслуживания здесь должно быть от 2 до 15 люкс. В поле оценки должно быть достигнуто не менее 0,4–3 люкс;

– Уровень освещения этих систем также зависит от яркости окружающей среды;

– Если на тротуарах есть лестницы или ступеньки, или если тротуары неровные, необходим более высокий уровень освещения;

– Полуцилиндрическая освещенность должна составлять от 0,6 до 5 люкс, чтобы люди и их лица можно было распознавать на ранней стадии. Решающим фактором является высота 1,5 метра над землей;

– Для велосипедных дорожек поддерживаемое значение средней горизонтальной освещенности согласно DIN 13201-1 - в зависимости от окружающей яркости и интенсивности движения - составляет от 2 до 15 люкс. Минимальная освещенность в поле оценки должна быть не менее 0,4–3 люкс.

2.1 Характеристика альтернативных источников энергии

С электрификацией люди открыли новые возможности в производстве и технологиях. Следующим логическим шагом стало производство электроэнергии из природных ресурсов. В 1839 году Генри Беккерель открыл фотоэлектрический эффект - метод получения электрической энергии от двух

электродов с использованием солнечного излучения. Вернер фон Сименс изобрел электродинамический генератор в 1866 году. Гидроэлектростанции вырабатывают электроэнергию, используемую в коммерческих целях с 1880 года. Первая ветряная турбина появилась в конце 1880-х годов. Электроэнергия вырабатывалась за счет геотермальной энергии еще в 1904 году. На основе исследований Беккереля солнечной энергии Чарльз Фриттс в 1954 году разработал первый функциональный солнечный элемент. В 1961 году первая приливная электростанция открыла приливный диапазон в качестве источника энергии.

В настоящее время поиск энергии, полученной из альтернативных источников, приобрел огромное значение в политических и научных кругах.

В мире существует 10 основных альтернативных источников энергии, которые используются для выработки электроэнергии. В то время как другие источники обнаруживаются постоянно, ни один из них не достиг той стадии, когда их можно было бы использовать для обеспечения силы, которая помогает функционированию современной жизни.

Все эти различные источники энергии используются в основном для производства электроэнергии, которая затем отправляется в разные места по линиям высокой мощности.

Их можно разделить на возобновляемые и не возобновляемые источники энергии.

Возобновляемый источник энергии - это любой природный ресурс, который может быстро и надежно заменить его. Эти источники энергии многочисленны, устойчивы, восполняются естественным образом и не вредят окружающей среде.

Основные типы или источники возобновляемой энергии:

- Солнечная энергия от солнца,
- Энергия ветра,
- Геотермальная энергия из тепла внутри земли,
- Гидроэнергетика из проточной воды,

– Энергия океана в форме волн, приливов, течений и тепловой энергии океана,

– Биомасса из растений.

Не возобновляемый источник энергии - это источник с ограниченным запасом, который мы можем добывать или извлекать из земли, и в конечном итоге он закончится.

Они образовались за тысячи лет из захороненных останков древних морских растений и животных, которые жили миллионы лет назад. Большинство этих источников энергии представляют собой «грязные» ископаемые виды топлива, которые, как правило, вредны для окружающей среды.

Основными видами или источниками не возобновляемой энергии являются:

- Нефть,
- Жидкие углеводородные газы,
- Натуральный газ,
- Каменный уголь,
- Ядерная энергия.

Рассмотрим один из возобновляемых и наиболее доступных источников энергии – солнце.

Солнечные лучи можно преобразовать в электричество, тепло или химическую энергию. Поскольку этот источник энергии на 100% является возобновляемым, его использование является чистым и безопасным. Классическими примерами здесь являются использование фотоэлектрических систем или солнечных тепловых систем, которые преобразуют солнечную энергию в электричество или тепло.

Солнце, источник энергии нашей планеты, на сегодняшний день является самым важным источником энергии. Начиная с фотосинтеза и климата, без них жизнь на Земле была бы невозможна. Он снабжает нас

кислородом и пищей через растения. Их тепло нагревает поверхность нашей планеты и вызывает океанические течения и ветры, которые необходимы для нашего стабильного климата. Энергии Солнца, которая поглощается земной поверхностью, было бы достаточно для удовлетворения мировых энергетических потребностей в десять тысяч раз. Производство солнечной энергии основано на двух столпах. Один из них - это простой нагрев воды с использованием солнечных тепловых систем, например, на крышах домов или солнечных ферм. Горячая вода используется для нагрева воды для бытового потребления. Электроэнергия вырабатывается путем объединения солнечных лучей на солнечных тепловых электростанциях, которые состоят из сложных зеркальных систем. Они нагревают центральный поглотитель и вырабатывают электрическую энергию с помощью теплоносителя и паровых турбин. Второй - электрохимическое преобразование излучения в электричество. Солнечные элементы улавливают излучение, а полупроводниковые технологии преобразуют его в электричество. Эти системы часто можно найти на больших крышах, таких как многоквартирные дома или промышленные предприятия, а также на полях. Солнечная энергия доступна практически везде. В наших широтах солнечные системы редко имеют оптимальную эффективность. Ночью, когда не светит солнце, энергия не вырабатывается. Если система грязная, засыпана снегом, слишком крутая или слишком плоский угол падения, это снижает выход энергии. Для солнечной энергии от солнечных батарей требуются сложные системы управления и хранения. В 2017 году мощность всех солнечных систем по всему миру составила 390 гигаватт. Это около двух процентов мирового производства электроэнергии. В 2020 году было введено в строй 112 гигаватт солнечных электростанций. По оценкам, к 2030 году доля солнечной энергии может вырасти до 13 процентов.

Одной из льгот солнечной энергии можно отнести зарядную станцию для электромобилей, что является своего рода взглядом в будущее.

Но она не лишена «подводных камней». Например, производство модулей относится к «грязной» отрасли, которая загрязняет окружающую среду и опасна для жизни человека. Кроме того, еще одним негативным аспектом солнечной энергетической системы является довольно сложная и дорогая утилизация мусорных установок. Благодаря постоянному научному прогрессу стоимость производства фотоэлектрических пластин постоянно снижается, увеличивается срок их службы, совершенствуются технологии производства. Но окупаемость при покупке длится долго.

Так же еще одним минусом солнечных установок является географическое расположение региона, для некоторых стран солнечной энергии может быть достаточно на долгое время, а для некоторых, напротив, сильный дефицит.

Помимо всего, доступность определяет смена сезонов погоды, когда энергия может не всегда вырабатываться и использоваться.

Необходимость и перспективы развития солнечной энергетики в разных странах мира сегодня подтверждены различными стимулирующими правовыми и экономическими актами и законами. Многие страны приняли резолюцию о механизме поощрения использования возобновляемых источников энергии.

Энергия ветра - это широкомасштабное использование ветра в качестве возобновляемого источника энергии. Энергия ветра использовалась с древних времен для получения энергии из окружающей среды для технических целей. Прерывистость ветра может быть уравновешена в сочетании с другими источниками энергии или с системами хранения, такими как гидроаккумулирующие электростанции или преобразование в газ ветра для непрерывного энергоснабжения. Это может быть сделано путем прогнозирования подачи и обмена в сетях передачи (контрольных зонах) и между ними во взаимодействии с другими электростанциями, как и при нормальных колебаниях потребления [27].

Энергия ветра становится все более востребованной по всему миру. Новые инновации, которые позволяют появляться ветряным электростанциям, делают их более распространенным явлением.

Геотермальная энергия - это энергия, производимая из-под земли. Это устойчивый и экологически чистый вид энергии. Высокие температуры постоянно создаются внутри земной коры из-за медленной задержки радиоактивных частиц. Горячие камни под землей нагревают воду, которая производит пар. Затем пар улавливается, что помогает двигать турбины. Затем вращающиеся турбины приводят в действие генераторы.

Геотермальная энергия может использоваться в жилых домах или в промышленных масштабах. В древние времена его использовали для купания и обогрева помещений. Геотермальные станции обычно имеют низкие выбросы, если они закачивают пар и воду, которые они используют, обратно в резервуар.

Самым большим недостатком геотермальной энергии является то, что ее можно производить только на определенных участках по всему миру, а именно с сейсмической активностью.

Еще один недостаток заключается в том, что там, где нет подземных резервуаров, создание геотермальных электростанций может увеличить риск землетрясения в районах, которые уже считаются геологическими горячими точками.

Приливная энергия использует приливы и отливы для преобразования кинетической энергии входящих и исходящих приливов в электрическую. Производство энергии с помощью приливной энергии наиболее распространено в прибрежных районах. Приливная энергия является одним из возобновляемых источников энергии и производит большое количество энергии, даже когда приливы идут с небольшой скоростью.

Чтобы получить достаточную мощность от потенциала приливной энергии, высота прилива должна быть, как минимум на пять метров выше, чем при отливе.

Огромные инвестиции и ограниченная доступность участков - это лишь некоторые из недостатков приливной энергии. Высокие жилые постройки и высокие тарифы на закупку электроэнергии такого типа, делают капитальные затраты на электростанции приливной энергии очень высокими.

Энергия волн производится из волн, которые бывают в океанах, морях. Поскольку океаны и моря управляются гравитацией луны, использование ее силы становится доступным вариантом. Были изучены различные методы преобразования энергии волн в электроэнергию с использованием плотиноподобных конструкций или устройств, закрепленных на дне океана на поверхности воды или чуть ниже нее.

Энергия волн является возобновляемой, экологически чистой и не наносит вреда атмосфере. Его можно использовать в прибрежных регионах многих стран, и он может помочь стране снизить зависимость от зарубежных стран в плане топлива.

Производство волновой энергии может нанести вред морской экосистеме, а также может быть источником беспокойства для частных и коммерческих судов. Он сильно зависит от длины волны, а также может быть источником визуального и шумового загрязнения. Эта энергия также менее интенсивна.

Многие люди не знают, что большинство крупных и малых городов мира полагаются на гидроэнергетику, как было в прошлом веке. Сила воды используется для включения генераторов, чтобы произвести электричество, которое затем распределяется по потребителям. Оно не загрязняет окружающую среду, не содержит отходов и токсичных газов.

Проблемы, с которыми сейчас сталкивается гидроэнергетика, связаны со старением плотин. Многие из них нуждаются в серьезной реставрации,

чтобы оставаться функциональными и безопасными, а это стоит огромных денежных затрат.

Энергия биомассы производится из органических материалов и широко используется во всем мире. Хлорофилл, присутствующий в растениях, улавливает солнечную энергию, превращая углекислый газ из воздуха и воды из земли в углеводы в процессе фотосинтеза. Когда растения сжигают, вода и углекислый газ снова выбрасываются обратно в атмосферу.

Биомасса обычно включает зерновые культуры, растения, деревья, обрезки дворов, древесную щепу и отходы животноводства. Энергия биомассы используется для отопления и приготовления пищи в домах, а также в качестве топлива в промышленном производстве.

Однако есть и свои минусы. Этот вид энергии производит большое количество углекислого газа в атмосферу. При отсутствии достаточной вентиляции при приготовлении пищи в помещении топливо, такое как навоз, вызывает загрязнение воздуха, что представляет серьезную опасность для здоровья. Более того, неустойчивое и неэффективное использование биомассы приводит к уничтожению растительности и, следовательно, к деградации окружающей среды.

Ядерная энергетика остается предметом споров о том, насколько безопасно ее использовать и действительно ли она энергоэффективна, если принять во внимание отходы, которые она производит, факт остается фактом: она остается одним из основных возобновляемых источников энергии доступных всему миру.

Энергия создается за счет ядерной реакции, которая затем собирается и используется для генераторов. Хотя почти в каждой стране есть ядерные генераторы, существуют моратории на их использование или строительство, поскольку ученые пытаются решить проблемы безопасности и утилизации радиоактивных отходов.

Ядерная энергия производится из урана, не возобновляемого источника энергии, атомы которого расщепляются (посредством процесса, называемого

ядерным делением) для получения тепла и, в конечном итоге, электричества. Ученые считают, что уран был создан миллиарды лет назад, когда образовались звезды. Уран встречается повсюду в земной коре, но его добывать и перерабатывать в топливо для атомных электростанций слишком трудоемко и имеет большие финансовые расходы.

В будущем ядерная энергетика будет использовать реакторы на быстрых нейтронах, не только за счет использования примерно в 60 раз больше энергии урана, но и за счет открытия потенциального использования тория, который является более распространенным элементом, в качестве топлива. Теперь около 1,5 миллиона тонн обедненного урана, рассматриваемого как отходы, становятся топливным ресурсом.

Фактически, в процессе работы они будут «обновлять» собственный топливный ресурс. Возможный исход состоит в том, что ресурс топлива, доступный для реакторов на быстрых нейтронах, настолько велик, что значительное истощение источника топлива практически невозможно.

Нелегко определить, какой из этих источников энергии лучше всего использовать. У всех есть свои плюсы и минусы.

Рассмотрим плюсы возобновляемой энергии:

1) Альтернативная энергия никогда не иссякнет;

Первое и самое важное преимущество использования возобновляемой энергии заключено в ее названии - это возобновляемая энергия.

В то время как ископаемое топливо закончится через 40-60 лет, солнце всегда будет светить, ветер всегда будет дуть, а у Земли всегда будет геотермальная энергия.

Говоря о нашей планете, мы также должны упомянуть второе преимущество: экологические преимущества возобновляемых источников энергии.

2) Преимущества чистой энергии: она защищает окружающую среду;

Почему так важны возобновляемые источники энергии? Поскольку у нас есть только одна планета, на которой мы можем жить, нам нужно защищать ее как можно сильнее.

Ископаемое топливо создает парниковые газы и загрязнители. Использование большого количества ископаемого топлива означает больше вредных газов, что означает больше проблем со здоровьем, а для мира - глобальное потепление.

Экология - это важный аспект для населения и планеты, поэтому польза возобновляемых источников энергии для здоровья и окружающей среды неоспорима.

3) Экономия денег.

Возобновляемая энергия полезна не только для окружающей среды, но и для наших кошельков.

Во-первых, установки возобновляемой энергии требуют меньшего обслуживания.

Во-вторых, потому что они используют солнце, ветер, пар, биомассу - им не нужно «дозаправляться».

В-третьих, нам не нужно полагаться на зарубежные источники энергии. Если мы будем использовать возобновляемые источники энергии, мы будем независимыми.

В завершении, отметим минусы возобновляемой энергии:

1) Ограничения по хранению;

Самым большим преимуществом природного газа перед возобновляемыми источниками энергии является то, что его можно легко хранить и транспортировать.

В настоящее время существуют некоторые альтернативные технологии хранения энергии, но они все еще находятся в зачаточном состоянии, а это означает, что они либо недостаточно эффективны, либо дороги.

Хотя недостатки альтернативной энергии, связанные с хранением, с каждым днем становятся все меньше, хранение природного газа будет оставаться более эффективным в течение долгого времени.

2) Доступность;

То, что является преимуществом технологии альтернативной энергетики с одной точки зрения, может быть недостатком с другой.

Чистая энергия является возобновляемой, но недоступной круглосуточно. В один день ветер может дуть, а в другой - нет. Солнце может светить сегодня, но не завтра.

Поэтому, если кто-то спросит, каковы преимущества и недостатки использования 100% возобновляемых источников энергии, ответ определенно будет заключаться в доступности зеленых ресурсов. Дополнительная технология рекомендуется для «дождливых дней».

3) Действительно высокая первоначальная стоимость.

Первоначальные затраты на системы зеленой энергии намного выше, чем у традиционных систем ископаемого топлива. Эти затраты могут отпугнуть многих, потому что это будет невыгодно через годы, а только через десятилетия.

Но хорошая новость для большинства стран заключается в том, что государство обычно поддерживает зеленую энергию и предоставляет финансовые стимулы, такие как налоговые льготы или финансовая поддержка.

2.2. Эффективность и амортизация ветровой энергетики

Выделяют три критерия:

– Покрытие базовой нагрузки,

Базовая нагрузка относится к нагрузке в электросети, которая не снижается в течение дня. Это предпочтительно обеспечивается за счет вялых, трудноуправляемых русловых электростанций, а также угольных или

атомных электростанций. Из-за низкой стоимости топлива, но сравнительно высоких постоянных затрат, последние вынуждены постоянно вырабатывать энергию при полной нагрузке, чтобы иметь возможность работать экономично. Современные реакторы могут регулировать мощность нагрузки после работы. Однако этот процесс занимает два часа и более, а если система полностью отключена, даже 12 часов.

В случае электростанций, работающих на угле, управляемость связана с еще более высокими затратами и временем. Обратное движение достигается за счет меньшего количества топлива. Если уровень температуры опускается ниже определенного значения, производство энергии становится невозможным. Необходимо полное отключение. Пуск остановленных угольных электростанций обычно занимает более 12 часов.

Большую часть сектора альтернативной энергетики составляют фотоэлектрические и ветряные электростанции, что при хороших ветровых условиях или безоблачном небе может привести к так называемой ветровой дыре. В этом случае вырабатываемая электроэнергия превышает базовую нагрузку, поэтому другие электростанции должны быть сокращены. Ночью, когда потребление минимально, базовая нагрузка определяется исключительно непрерывным производством промышленных предприятий, уличным освещением и постоянными потребителями. Медленное регулирование обычных электростанций с базовой нагрузкой непропорционально увеличивает закупочную цену на электроэнергию. По этой причине базовая нагрузка энергоснабжающих компаний может быть искусственно увеличена за счет создания дополнительного спроса на электроэнергию в непиковые периоды с помощью ночного хранения или гидроаккумулирующих электростанций.

– Покрытие пиковой нагрузки,

Однако, покрывая только базовую нагрузку, нельзя поддерживать стабильную электросеть. Днем требуется больше энергии, чем ночью. Фотоэлектрические системы, гидроаккумуляторы и, в случае возникновения

проблем с энергоснабжением, гидроаккумулирующие электростанции поглощают эти средние и пиковые нагрузки. Для средней нагрузки используются фотоэлектрические системы, русловые электростанции с пороговым режимом работы и накопительные электростанции. Современные фотоэлектрические системы имеют инвертор, который позволяет осуществлять централизованное управление или отключение, если производится слишком много электроэнергии. Это не умаляет приоритета подачи питания, но позволяет более гармонично сочетать альтернативные и традиционные технологии.

– Варианты хранения энергии.

Перепроизводство энергии из альтернативных источников имеет смысл только в том случае, если она может временно храниться в системах хранения энергии и доступна оттуда в любое время. Это позволяет поглощать пики нагрузки в электросети. В зависимости от ветра или погодных условий эта избыточная энергия используется для обеспечения электроснабжения даже в пасмурную погоду, безветренную погоду или ночью по мере необходимости. Системы хранения электроэнергии обеспечивают необходимую гибкость в эпоху децентрализованного производства энергии.

Это достигается за счет ряда вариантов хранения, которые различаются по производительности, эффективности, плотности энергии и стоимости строительства. Кроме того, можно различать краткосрочное и долгосрочное хранение. Введенная энергия обычно используется в той же форме, в которой она была сохранена. Тем не менее, бывают исключения. Например, на некоторых заводах электрическая энергия преобразуется в водород и хранится в водородных резервуарах.

При хранении сжатого воздуха и насоса в качестве длительного хранения возможно надежное покрытие пиковой нагрузки. Эти системы хранения могут быть разряжены в течение двух - 24 часов и имеют емкость от 500 мегаватт-часов до нескольких гигаватт-часов. Последние

ограничиваются исключительно размером перекачиваемого водохранилища. Электрохимические системы хранения используются в случаях и областях применения, где необходимо хранение в течение более длительного периода времени, например, в системах резервного хранения или в электромобильности. Они состоят в основном из литий-ионных аккумуляторов или проточных окислительно-восстановительных батарей. Первые в основном используются в дорожном движении. Последние хранят энергию в химических соединениях внутри растворителя. Из-за их относительно высокой емкости хранения проточные окислительно-восстановительные батареи используются в базовых станциях сотовых телефонов или в качестве буферных накопителей в ветряных турбинах.

Менее дорогие свинцово-кислотные батареи требуют некоторых мер безопасности при хранении и эксплуатации. Однако они ни в чем не уступают своим конкурентам и используются в системах хранения данных емкостью до 50 мегаватт-часов.

Однако краткосрочное хранение не подходит для хранения. По сравнению с системами долговременного и электрохимического хранения, они могут хранить только небольшое количество энергии и используются исключительно для стабилизации и обслуживания сети.

Требования к технике хранения высоки. Для экономичной и устойчивой интеграции в энергетическую сеть необходимо, чтобы устройства хранения энергии были, прежде всего, энергетически эффективными, безопасными и экологически чистыми (с точки зрения производства, использования и утилизации). Также необходим максимально возможный срок службы в виде множества циклов зарядки.

Основными недостатками систем хранения, в отличие от непрерывных производителей энергии, являются, прежде всего, дополнительные затраты на приобретение, требования к пространству, повышенные затраты на обслуживание и контроль, а также ограниченный срок хранения аккумуляторов.

Наиболее распространенными типами хранения являются долговременные хранилища, такие как хранение с помощью насосов, аккумуляторов и хранение водорода или синтетического метана в подземных пещерах. Последние позволяют хранить до двух тераватт-часов энергии по всей стране. В автомобильной или транспортной промышленности электрическая энергия либо хранится в мобильных батареях, либо топливо, получаемое из возобновляемых источников энергии, например водород или метанол, используется в топливных элементах.

В последние годы было разработано множество различных технологий хранения. Практически для каждого применения существует специально разработанный тип хранилища. Хотя некоторые решения все еще находятся в стадии разработки, такие системы, как гидроаккумуляторы или аккумуляторные батареи, сделанные из свинцово-кислотных аккумуляторов, десятилетиями использовались для эффективного хранения энергии, и надежно выполняют там свою работу [11].

2.3 Анализ местности для пригодности альтернативных источников

Для более четкого представления, была осмотрена местность, непосредственно, самого местонахождения сквера на улице Жилина Центрального района. В ходе чего были получены данные об имеющемся оборудовании: ЖКУ02-100-003 на 100 Вт под лампу ДНАТ, располагающиеся на обочине, вдоль проезжей части.

Проведен географический анализ местности. Из которого мы имеем:

1. Умеренно континентальный климат с жарким летом и холодной зимой. (Средняя температура января -10.6°C , июля $+20.9^{\circ}\text{C}$);
2. Количество солнечных часов (дней) в году — 2113 часов (285 дней);
3. Треть осадков приходится на зимнее время, означает, что количество солнечных дней в этот период ограничено;

4. Среднегодовая скорость ветра составляет 3.15 м/с. Среднемесячные скорости ветра изменяются от 3,2-3,5 м/с (июнь — август) до 4,6 м/с (октябрь). Среднегодовая повторяемость штилей составляет 13 %, ветров до 1 м/с — 27 %, а повторяемость ветров в 7 м/с и выше составляет 5 % (по данным GISMETEO за 2019-2020 год) [24];

5. Сейсмоактивность отсутствует. Не смотря на то, что город Тольятти расположен на Жигулевском разломе, землетрясения свыше 6 баллов, характерны 1 раз в 1000 лет, а свыше 7 баллов – в 5000 лет;

6. Близ рассматриваемого района нет морей и океанов.

Из полученных данных следует сделать вывод о том, что из альтернативных источников свое применение не найдут виды таких энергий, как: геотермальные, приливные, волновые и из биомасс.

К рассмотрению подходит энергия солнца и энергия ветра.

По состоянию на 2020 год, была проанализирована скорость ветра с января по декабрь, а так же подсчитано количество солнечных дней в таблице 9.

Таблица 9 - Сводка о количестве солнечных дней и скорости ветра в городе Тольятти за 2020 год.

Месяц	Скорость ветра	Количество дней				
		Солнечно	Пасмурно	Облачно	Снег	Дождь
Январь	3.6	2	17	4	8	0
Февраль	3.6	14	10	1	2	2
Март	3.2	17	7	2	2	3
Апрель	3.5	13	6	7	0	4
Май	3.2	18	5	5	0	3
Июнь	2.9	15	7	6	0	2
Июль	2.8	22	2	4	0	3
Август	2.7	16	10	2	0	3
Сентябрь	2.5	20	6	2	0	2
Октябрь	3.3	23	2	3	1	2
Ноябрь	3.1	10	12	1	5	2
Декабрь	3.4	16	4	2	8	1
	3.15	196	88	39	26	27

Из полученных данных делаем вывод, что из 365 дней в году – 196 дней являлись солнечными, по предварительным замерам, исходя из общей продолжительности дня, количество световых часов сделаем равным - 2113. Средняя скорость ветра получена из месячных значений за год – 3.15 м/с.

2.3.1. Солнечная энергия

Использование солнечной энергетики в виде уличных фонарей на батареях, не занимает много пространства, а лишь один фонарный столб. Она не ограничена, благоприятна для климата и быстро развивается в настоящее время.

Но как быть, когда часы переводятся на зимнее время? Для многих это означает, прежде всего, одно: начинается темный сезон. Астрономическое начало зимы не приходится на 22 декабря, но с конца октября количество солнечных часов значительно сокращается. Дни становятся короче, ночи длиннее. И возникает вопрос: Принесет ли фотоэлектрическая система что-нибудь зимой? В конце концов, фотоэлектрическому модулю необходимо солнце для производства недорогой и экологически чистой солнечной энергии.

Чтобы разобраться с проблемой, нужно взглянуть на глобальные значения солнечной радиации региона. Так называемая глобальная радиация описывает всю солнечную радиацию, которая попадает на поверхность Земли. Он состоит из прямого излучения и рассеянного излучения, которые достигают Земли напрямую или посредством рассеяния.

Глобальное излучение выражается в киловатт-часах на квадратный метр (кВт*ч / м²). Чем выше значение, тем больше солнце попадает на поверхность земли. Значения взяты из общих данных по Самарской области и близ лежащих городах в пределах 1850 кВт*ч / м² [29].

Насколько высок общий годовой объем производства солнечной энергии? Бесспорно, что солнечная система производит больше электроэнергии летом, чем зимой. Однако это не означает, что установка фотоэлектрической системы нецелесообразна и зимой. Если предположить,

что вышеупомянутая годовая глобальная радиация составляет $1850 \text{ кВт}\cdot\text{ч} / \text{м}^2$, такая солнечная система будет производить около $1850 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ солнечной энергии в год.

Солнечные весенние и летние месяцы в первую очередь ответственны за высокую урожайность солнечной системы, но нельзя недооценивать осенние и зимние месяцы. Чтобы прояснить это, давайте еще раз посмотрим на средние глобальные значения радиации за год. Это значение составляло $1850 \text{ кВт}\cdot\text{ч} / \text{м}^2$ за весь год.

Однако из-за более низкого производства солнечной энергии зимой также следует подумать о покупке фотоэлектрической системы хранения. Потому что это позволяет временно хранить солнечную энергию, генерируемую в течение дня, и использовать ее в более поздний момент времени.

Чем больше солнечной энергии мы используем, тем больше денег экономим. Солнечные накопители, которые в основном оснащены литий-ионными батареями, обычно окупаются через несколько лет.

Рассмотрим вариант LED-светильников с солнечным питанием. В прошлом также испытывались светодиодные фонари с солнечным источником питания. Однако этот метод оказался проблематичным по следующим причинам:

- Снижение солнечной радиации в зимние месяцы (меньше солнечных часов, пасмурная погода, затенение из-за низкого солнца),
- Сниженная емкость аккумулятора из-за холода (при низком заряде, светильник будет навязчиво «мигать»),
- Ограниченный срок службы используемых батарей,
- Надежность или долговечность электронных компонентов (зарядная техника, солнечные элементы) не гарантируется,
- Высокие затраты на обслуживание при замене батарей и очистке солнечных элементов,

– Использование экологически опасных веществ (свинец, кислота и т. д).

Это означает, что невозможно обеспечить освещение проходной части в соответствии стандартов на установку обычных систем. Затраты на оперативное управление, однако, явно превышают затраты на обычные системы освещения. Вот почему технология солнечного освещения в настоящее время не используется для стандартного освещения в парках и транспортных зонах.

Энергия от солнца может быть применена в наземном осветительном оборудовании или как подсветка для деревьев, клумб, монументов, скамей.

2.3.2. Энергия ветра

Любой, кто когда-либо наблюдал разрушительные последствия сильного шторма или даже урагана, несомненно, не сомневается, что ветер уже является формой энергии.

Производство электроэнергии с помощью энергии ветра сегодня является наиболее важным видом использования энергии ветра. В оптимальных условиях эти системы могут даже использовать до 59 процентов чистой энергии ветра для выработки энергии. Целые «ветряные парки» обеспечивают чистую электроэнергию с нейтральным выбросом углекислого газа на суше или в море. Однако большая часть объектов находится на суше. Системы должны быть отключены, когда ветер слишком сильный, и вырабатывать меньше электроэнергии, когда энергия ветра слишком слабая. Это несоответствие не гарантирует постоянной прибыльности. Плотность воздуха, скорость ветра и площадь ротора определяют производительность ветряной электростанции.

Когда есть ветер, воздух движется с определенной скоростью. Поскольку воздух - не что иное, как смесь разных газов (в основном азота и кислорода), молекулы, которых имеют массу, в случае ветра масса движется с определенной скоростью [28].

Когда масса находится в движении, формой энергии является кинетическая энергия.

Люди могут использовать эту «кинетическую энергию» ветра напрямую, собирая эту энергию и используя ее для движения, как, например, в случае с парусными кораблями.

Однако для выработки электричества из кинетической энергии ветра эту форму энергии необходимо преобразовать в другую форму энергии.

На практике это делается с помощью ветряных турбин, которые работают по следующему принципу:

- Преобразование кинетической энергии в энергию вращения;

В передней части вращающейся гондолы ветряной турбины находятся лопасти ротора, которые всегда ориентированы по направлению ветра. Эти лопасти ротора поглощают кинетическую энергию ветра и начинают вращаться. Таким образом, кинетическая энергия преобразуется в энергию вращения.

- Использование энергии вращения для привода генераторов;

Вращающиеся лопасти ротора ветряной турбины приводят в движение вал, расположенный внутри гондолы. Используя энергию вращения вала, в задней части гондолы работает генератор, который в конечном итоге преобразует энергию вращения в электрический ток.

Для полноты картины следует также упомянуть, что внутри гондолы ветряной турбины, помимо прочего, имеется тормозная система, которая позволяет останавливать роторы, например, в случае слишком сильного ветра и механической нагрузки на ветряную турбину.

- Подача электроэнергии в общественную сеть.

Чтобы иметь возможность использовать электроэнергию, вырабатываемую генератором, от генератора проложены кабели через опору ветряной турбины, с помощью которой электричество в конечном итоге может быть подано в общую электрическую сеть и использовано [9].

В настоящее время такой вид альтернативной энергетики набирает популярность по всему миру. Он имеет свой спрос на возвышенностях, в полях и открытых местностях, где дуют сильные ветра. Также находит применение на территории частных участков, крыш домов. Помимо солнечной энергетики, ветровая энергетика не имеет сезонов для работ, а то есть функционирует при любом направлении ветра.

Для ветряных установок, действует ряд требований, одни из которых:

- Ветрогенератор начинает работу от 2.5 м/с до 25 м/с. В нашем случае средняя скорость ветра за год – 3.15 м/с, а это означает, что такой вид альтернативной энергетики, как ветровой, может быть использован в местности г. Тольятти;

- Диапазон рабочих температур колеблется от -40 до +60°C. (Средняя температура января -10.6°C, июля +20.9°C);

- Уровень шума до 60 дБ. Не имеет ограничений по расположению вдоль жилых застроек и входит в допустимые пределы, если мощность ветрогенератора не превышает 100 кВт.

Как и у любой технологии, у энергии ветра есть свои преимущества и недостатки. К недостаткам обычно относятся расстояние между системами и жилыми массивами и проблемы с защитой окружающей среды.

Жители близ лежащих районов могут беспокоиться из-за шума и излучения света. Вот почему Федеральное постановление о контроле за выбросами предусматривает, что ветряные турбины должны располагаться на расстоянии не менее 600 метров от жилых районов.

Кроме того, ветряные турбины могут оказывать негативное влияние на образ жизни различных видов животных: энергия ветра имеет тот недостаток, что, в зависимости от типа местности, некоторые животные подвергаются риску столкновения с турбинами: на открытой местности и в сельскохозяйственных районах хищные птицы суетятся и ударяются о лопасти ротора. Теплыми летними ночами летучих мышей тоже можно потревожить, поскольку шум, производимый ветряными двигателями,

затрудняет ориентацию. Решением может быть либо плотное озеленение окружающего ландшафта, временное отключение объектов на время охоты на животных, либо соответствующее расстояние от объектов до мест гнездования исчезающих видов. Последнее, в свою очередь, уменьшает площадь, на которой могут быть построены ветряные турбины.

Подводя итог, можно сказать, что, несмотря на проблемы, связанные с конструкцией ветряных турбин, многие преимущества энергии ветра перевешивают их [10].

2.4 Выбор ветрогенератора

Подходя к вопросу выбора ветрогенератора, условно, вернемся к разделу 2.3 Анализ местности для пригодности альтернативных источников к пункту 4 в разделе географического анализа местности.

«Среднегодовая скорость ветра составляет 3.15 м/с. Среднемесячные скорости ветра изменяются от 3,2-3,5 м/с (июнь — август) до 4,6 м/с (октябрь). Среднегодовая повторяемость штилей составляет 13 %, ветров до 1 м/с — 27 %, а повторяемость ветров в 7 м/с и выше составляет 5 %».

При выборе нужно так же руководствоваться правилом: чем тише, тем лучше.

Для справки, согласно, что в настоящее время уровни шума на городских улицах составляют 65— 85 дБ, причем наиболее характерными являются уровни 70—75 дБ (при норме менее 70 дБ) [16].

Шум, исходящий от возможного выбранного ветрогенератора на 2,5/3,5 кВт, не будет превышать 32 дБ, учитывая, что это при максимальной скорости ветра 8 м/с.

Согласно разработанным теориям, идеальное ветроколесо должно иметь следующие параметры:

1) Ось вращения колеса должна быть параллельна скорости потока ветра;

2) Нулевое значение профильного сопротивления лопастей при постоянной циркуляции вдоль лопастей;

3) Тенденция угловой скорости к бесконечности;

4) Количество оборотов ветряной турбины зависит от количества лопастей.

Ветряные турбины с листом вращаются быстрее всего. Эти конструкции используют противовес для балансировки. Следует также учитывать, что ветряные турбины больше не могут поглощать энергию при низких скоростях ветра ниже 3 м/с. Чтобы устройство воспринимало слабый ветер, площадь его листьев должна быть увеличена не менее чем до 2 м².

При выборе ветряной турбины учитываются следующие факторы:

1) Направление вращения ветроколеса вертикальное или горизонтальное;

2) Лопасти вентилятора могут быть парусообразными и иметь прямую или изогнутую поверхность. В некоторых случаях используются комбинированные варианты;

3) Материал для лезвий и технология их изготовления;

4) Размещение лопастей вентилятора с различным наклоном к воздушному потоку;

5) Количество крыльев, содержащихся в вентиляторе;

6) Требуемая мощность передается от ветряной турбины к генератору.

Кроме того, необходимо учитывать среднегодовую скорость ветра для определенной области, указанную метеорологической службой. Нет необходимости уточнять направление ветра, так как современные конструкции ветрогенераторов вращаются в другом направлении независимо друг от друга.

Существует два типа ветряных турбин:

– С горизонтальным ротором,

– С вертикальным ротором.

Первый тип – он самый распространенный. Он отличается высокой эффективностью (40-50%), но имеет повышенный уровень шума и вибрации. Кроме того, установка требует большого свободного пространства (100 метров) или высокой мачты (от 6 метров).

Генераторы с вертикальным ротором менее энергоэффективны (КПД почти в три раза ниже, чем у горизонтального).

Их преимуществами являются простота установки и структурная надежность. Низкий уровень шума позволяет устанавливать вертикальные генераторы на крышах и даже рядом с землей. Эти установки не боятся обледенения и ураганов. Они запускаются слабым ветром (от 1,0 до 2,0 м / с), в то время как горизонтальная ветряная турбина требует воздушного потока средней силы (3,5 м/с и более). Вертикальные ветрогенераторы сильно различаются по форме рабочего колеса (ротора).

В виду низкой частоты вращения ротора (до 200 об / мин) механический ресурс таких установок значительно превосходит мощность горизонтальных ветрогенераторов.

Строение ветрогенератора изображено на рисунке 5.

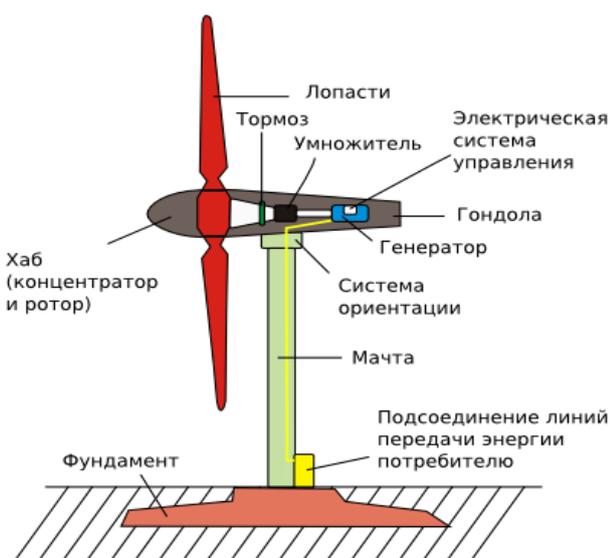


Рисунок 5 – Строение ветрогенератора

2.4.1 Безопасность

Части работающей бытовой ветряной турбины могут иметь линейную скорость более 120 или даже 150 м / с, а кусок твердого материала весом 20 г, летящий со скоростью 100 м / с и получающий "удачное" попадание, убивает здоровяка на месте. Стальная или твердая пластиковая пластина толщиной 2 мм со скоростью 20 м/с разрезает ее пополам.

Кроме того, большинство ветряных турбин выше 100 Вт довольно шумны. Многие производят чрезвычайно низкие колебания давления воздуха (менее 16 Гц) - инфразвук. Инфразвук не слышим, но вреден для здоровья и распространяется очень далеко.

По указанным выше причинам допускается установка АПУ на расстоянии не менее 5 его высот от ближайших жилых зданий. Во внутренних дворах частных домохозяйств можно установить сертифицированные промышленные ветряные турбины. Установить АПУ на крышах вообще невозможно. Во время работы даже при таких маломощных механических нагрузках возникают изменения, которые могут вызвать резонанс конструкции здания и его разрушение.

Примечание: высота АПУ-это самая высокая точка перекрашенного диска (для листовых роторов) или геомерной фигуры (для вертикальных АПУ с ротором на валу). Если мачта АПУ или ось ротора выступают еще выше вверх, высота рассчитывается сверху вверх.

2.5 Гирлянды на солнечной батарее, как подсветка для деревьев

Всевозможных вариантов светильников на солнечных батареях бесчисленное множество. Существуют напольные, надземные подсветки, фигурки зверей, насекомых или цветов, также в обиходе находят свое применение и подсветка для деревьев – гирлянда на солнечной батарее.

Создавая подсветку деревьям, окружение вокруг превращается в нечто уютное и даже мистическое.

Деревья - самые важные элементы в ландшафтном дизайне для создания пространства. Форма и размер ствола и верхушки дерева различаются в зависимости от типа дерева. Сферические, столбчатые, зонтичные и пальмовые формы - самые популярные формы деревьев.

Прожекторы, направленные вверх, делают верхушку дерева трехмерной. Два прожектора спереди равномерно освещают верхушку дерева как объем, а прикрепленные сбоку прожекторы подчеркивают пластичность. Расположенные с трех сторон прожекторы равномерно освещают верхушку дерева со всех сторон и снижают пластичность формы дерева. Прожекторы на заднем плане создают подсветку и силуэт верхушки дерева. Подъемники на стволе подчеркивают ствол дерева как линейный элемент и визуально соединяют верхушку дерева с землей. В зависимости от сезона свет сверху подчеркивает контур кроны дерева или структуру ветвей на земле. Светильники, расположенные с нескольких сторон, дают равномерное освещение дерева, а один или два светильника создают большую пластичность. Прожекторы с узким лучом подходят для акцентного освещения выдающихся высоких стволов деревьев. Текстура коры проявляется при освещении спереди. Боковое расположение приводит к узкой полосе света на стволе. При освещении стены за деревом вырисовывается силуэт верхушки дерева и ствола. Точечные светильники, установленные в атриумах или на фасадах, могут прослеживать контуры дерева или ветвей в виде теней на земле.

При расстановке и настройке светильников необходимо учитывать рост деревьев и отсутствие бликов. В случае больших деревьев может потребоваться несколько источников света, чтобы добиться равномерного освещения и избежать искаженного восприятия светлых и темных участков. Гибкие регулируемые светильники с заземляющими шипами можно расположить и выровнять в соответствии с растущим деревом. Наземные светильники лучше сочетаются с ландшафтом, но их сложнее переставить.

Для оптимального освещения положение и светоотдача (количество ватт) освещения являются важными факторами, с одной стороны, но с другой стороны, желаемый эффект также определяет использование определенного источника света.

Например, можно создать мистическую атмосферу с наземными прожекторами, которые устанавливаются в земле на уровне земли и чей отраженный световой луч, в лучшем случае, прерывается отдельными небольшими листьями растений на пути к дереву. Прежде всего, красивая структура древесной коры на стволе и подход к верхушкам деревьев подсвечиваются, что придает саду волшебный вид.

Следует отметить, что не всякое освещение одинаково подходит для каждого вида дерева. Но в целом применимо одно: независимо от того, какое освещение для дерева будет выбрано, соответствующая мощность источников света, которые были изготовлены непосредственно для использования в саду, не повредит дереву по мере его роста и не повредит его листьям или ветвям. Такие источники света не нагреваются слишком сильно, или лампы предлагают дополнительную защиту, которая защищает кору или листья дерева от тепла.

Принцип работы гирлянд на солнечных батареях очень прост: в течение светового дня происходит накопление электрической энергии, выделяемой солнцем через специальные солнечные панели, путем преобразования в электрический ток. Сама энергия хранится в аккумуляторных батареях, обеспечивая работу устройства в темное время суток.

Помимо основного преимущества – использования альтернативной энергии, в отдельных гирляндах также встроены контроллеры и датчики движения. Первые отвечают за определенный режим работы, а т.е. приятное мерцание, непрерывный свет; второе действует по принципу движения объекта, вдоль установленного устройства.

По всей территории сквера в общей численности, деревьев порядка 200 штук. Если принимать равным установку подсветки на ствол дерева в шаг через 1-2, то потребуется 100 гирлянд на солнечной батарее.

Средняя стоимость таких гирлянд на российском рынке составляет 600 рублей.

Предпочтение отдается линейному виду. Такая гирлянда выполнена из нескольких источников света, соединенных в одну линию [14].

Гирлянда «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса» линейного вида была выбрана для подсветки «окутывания» ствола дерева вдоль всей аллеи на протяженности 1100 метров. Ее характеристики сведены в таблицу 10, а общий вид на рисунке 6.

Таблица 10 – Данные о выбранном устройстве «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса»

Материал	Тип светодиодов	Емкость аккумулятора, мАч	Количество режимов работы	Длина, мм	Время работы на одной зарядке, часов	Степень защиты
Пластик/металл	RGB	600	1	9900	8-10	IP44



Рисунок 6 – Вид гирлянды «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса»

Срок службы составляет 30 000 часов, одна гирлянда имеет 100 ламп, цвет свечения: постоянный, светодиод (яркость/мощность), мкд/Вт:350/0,06.

2.6 Виды и характеристика напольных светильников

Солнечные напольные светильники обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими моделями с электричеством. Во-первых, их можно разместить практически в любом месте, нет затрат на электроэнергию, нет ненужного загромождения кабелей, а когда батарея полностью заряжена, представленные здесь солнечные встраиваемые прожекторы светят интенсивно и достаточно долго до рассвета.

Встраиваемые солнечные светильники в лучшем случае прочно связаны с архитектурой и специально разработаны для наружного использования. В каждом саду есть особенно красивые уголки, которые часто находятся в темноте по вечерам. С помощью солнечных напольных светильников эти области можно подчеркнуть заметно и привлекательно. Конечно, с их помощью хорошо и энергоэффективно освещаются и все виды тротуаров.

Современные солнечные напольные светильники используют светодиоды для освещения. Благодаря их длительному сроку службы громоздкая замена источников света практически не бывает необходима.

Советы по покупке солнечных напольных светильников: на что следует обратить внимание?

С очень небольшими усилиями солнечные напольные светильники вносят значительный вклад в модернизацию общественного объекта или места для проведения семейных вечеров и прогулок. Например, проектировщик не должен прокладывать силовые кабели, но может установить освещение непосредственно в нужном месте. А солнце уже следит за тем, чтобы тротуары освещались или в саду создавались романтические световые пейзажи.

Превыше всего, при проектировании напольных подсветок на солнечных батареях, следует убедиться, что фонари не только имеют хорошую батарею, но и являются водонепроницаемыми. Поскольку они подвержены воздействию ветра и непогоды, они также должны быть изготовлены из нержавеющей стали. В дополнение к нержавеющей стали, пластмассы также являются предпочтительными материалами. С точки зрения функциональности между этими двумя материалами нет никакой разницы. Однако напольные светильники из пластика часто стоят дешевле, чем металлические.

Важные моменты, которые следует учитывать при покупке:

а) Срок службы батареи: 6 часов - это минимум, который должен загореться, когда батарея полностью заряжена;

б) Пылевлагозащита: Первый важный аспект - это степень защиты ваших напольных светильников. Если вы хотите установить напольный точечный светильник на открытом воздухе, его, конечно же, необходимо защитить от воды и пыли. На это указывает значение IP (Международная защита). Это значение состоит из двух цифр, первая цифра указывает на защиту от твердых веществ, а вторая цифра указывает на защиту от воды и влаги. Светильники должны иметь класс защиты не менее IP65. Класс защиты IP68 или более является оптимальным;

в) Нержавеющая сталь: Напольные светильники должны быть без ржавчины, если они сделаны из металла. В качестве альтернативы светильники должны быть сделаны из пластика.

Существуют различные типы солнечных напольных светильников:

– Солнечная брусчатка,

Это напольные солнечные светильники с каменным внешним видом, которые особенно хорошо интегрируются в дорожки - например, камни от Lunartec . Они даже могут быть использованы в качестве декоративных элементов, потому что они предлагаются в разных цветах. Накопленной энергии примерно достаточно, чтобы они могли излучать свет около восьми

часов. Поскольку они полностью водонепроницаемы, камни размером примерно 10 на 10 на 5 сантиметров можно использовать по желанию на открытом воздухе. Солнечная брусчатка также предлагается в виде солнечных кубиков льда.

– Солнечная брусчатка в алюминиевом виде,

Эти напольные прожекторы выглядят стильно и особенно современно, почти футуристично. Именно поэтому их часто используют для украшения.

– Вставные солнечные напольные светильники,

Эти солнечные напольные светильники просто должны быть подключены к земле. У них есть колючка прямо под осветительным прибором, так что они прочно сидят в земле после того, как их вставили. Эти модели обычно имеют время горения до восьми часов.

– Солнечные наземные прожекторы с датчиками,

Они имеют датчик освещенности, так что при необходимости включаются автоматически. Некоторые модели этого типа выдерживают давление до двух тонн, поэтому их также можно устанавливать на краю подъездных дорожек.

– Плоские напольные прожекторы.

Плоские прожекторы часто используются в ярких точках света, например, на краю террасы. Эти модели обычно имеют квадратную форму и длину края около десяти сантиметров. Они также впечатляют своим длительным временем горения до 14 часов.

Следует соблюдать осторожность при установке точечных напольных светильников в саду или на террасе. Напольные точечные светильники необходимо всегда подключать таким образом, чтобы они были защищены от влаги извне [17].

2.6.1. Выбор напольной подсветки

Солнечный напольный светильник Disk lights идеально подходит для террасы, сада и тротуаров. Размещение возможно в любом месте земли. Он

просто вставляется в землю в нужном месте, и свет автоматически активируется ночью. Солнечная панель заряжается в течение дня и загорается без дальнейшего участия.

Согласно данным производителя, солнечные напольные прожекторы IP-65 классифицируются, что делает их полностью водонепроницаемыми и очень прочными. Время освещения составляет около 8-10 часов. Этот солнечный встроенный светильник заряжается даже при нормальном дневном свете и не обязательно нуждается в ярком солнечном свете для развития высокой светимости. Светильник можно увидеть на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид и применение светильника DISK LIGHTS 8 LED

Солнечный напольный светильник имеет очень прочный литой корпус. Толстое хорошо герметичное стекло и красивое кольцо из нержавеющей стали, обеспечивают визуально очень привлекательное изображение в целом.

Солнечный напольный излучатель легко погружается в землю и не нуждается в привинчивании.

Данные выбранного оборудования сведены в таблице 11.

Таблица 11 – Выбранное оборудование

DISK LIGHTS 8 LED	
Емкость аккумулятора 400 мАч	Класс защиты: IP65.

Продолжение таблицы 11

LED: 8 шт - светодиодов.	Время работы: 8-10 часов.
Материал: нержавеющая сталь и ABS.	Время зарядки: 6-8 часов.
Панель солнечных батарей: 2V 100 мА.	Цвет света: теплый белый / белый [22].

Итого:

При оптимальном использовании, в солнечном месте, этот солнечный напольный светильник обеспечивает впечатляющий источник света в течение темного времени суток.

2.7 Техничко-экономический расчет

По расчету выбранного оборудования, задействованного на солнечной энергии, мы имеем: Гирлянды на солнечной батарее «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса» и напольную подсветку на солнечной батарее DISK LIGHTS 8 LED.

Стоимость гирлянды:

$$n * Z == 100 * 600 = 60\ 000 \text{ рублей,} \quad (2.1)$$

где n – количество комплектов гирлянды,

Z – цена в рублях.

Стоимость напольной подсветки:

$$n * Z = 78 * 390 = 30\,420 \text{ рублей,} \quad (2.2)$$

Где n – одна единица напольной подсветки,

Z – цена в рублях.

Итоговая сумма составит: 90 420 рублей.

Выводы к главе

Произведен географический анализ местности, с годовой сводкой по количеству солнечных дней и силе ветра. Определено осветительное оборудование для подсветки деревьев в виде гирлянды «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса» и напольной подсветки в брусчатку фирмы DISK LIGHTS 8 LED.

Глава 3 Реализация проекта по применению альтернативных источников

3.1 Устройство солнечной батареи

Автономное уличное освещение на солнечной батарее имеет два основных преимущества, это – удобство их применения (т.е. могут быть расположены в местах, где затруднен или невозможен подвод электрической энергии, что в соответствии не требует прокладки подземного кабеля), а также низкие затраты на их установку и эксплуатацию.

Выбор аккумулятора происходит из расчета на то, чтобы у него имелся запас емкости на 30-40%, так как при полном разряде аккумуляторов, значительно сократится срок службы их эксплуатации.

Суммарная мощность потребления гирлянд и напольной подсветки составляет 162 Вт, следовательно, требуется солнечная панель не менее, чем на 210 Вт.

Согласно каталогу EcoVolt по поставкам солнечных электростанций, оптимальным будет выбор Фотоэлектрического модуля поликристаллический DELTA SM 200-24 P [21].

Его характеристики в таблице 12. Его габариты и вид на рисунке 8.

Таблица 12 - Характеристики фотоэлектрического модуля DELTA SM 200-24 P.

Тип элемента	Поликристаллический
Номинальное напряжение, В	24
Номинальная мощность, Вт	200
Ток короткого замыкания (I_{sc}), А	5,81
Напряжение в точке максимума (U_{mp}), В	36,54
Ток в точке максимума (I_{mp}), А	5,48
Вес	16,4 кг
Толщина* ширина * высота, мм	35* 1330 * 990

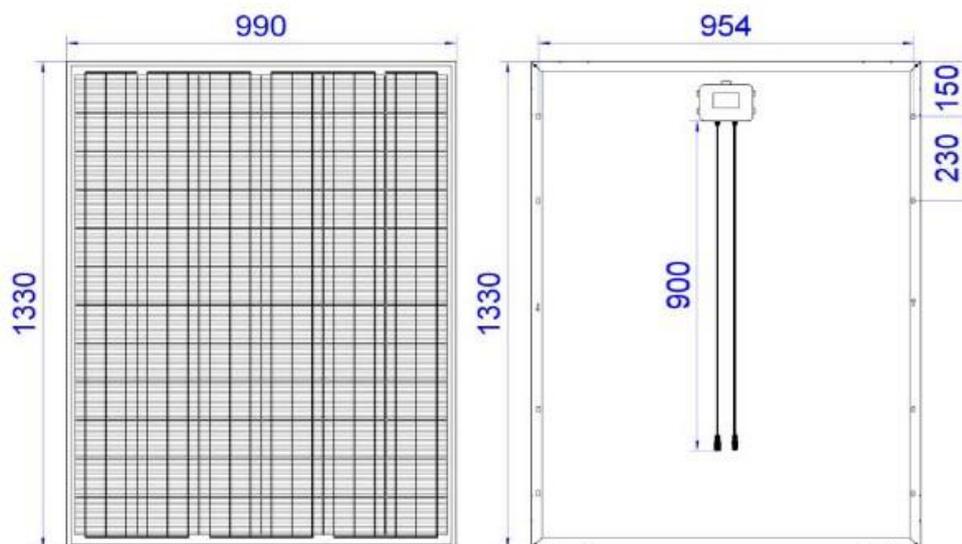


Рисунок 8 - Фотоэлектрический модуль DELTA SM 200-24 P

3.1.1 Два основных типа контроллера заряда

В состав комплектующих при установке солнечной панели, необходим контроллер.

Контроллеры заряда бывают самых разных цен, номинальных мощностей и функций, все они попадают в одну из двух основных категорий: широтно-импульсная модуляция (PWM) и отслеживание точки максимальной мощности (MPPT).

Типы PWM относительно просты, с использованием переключателя между фотоэлектрической решеткой и батареей. Переключатель может быстро открываться и закрываться, таким образом, имея возможность пульсировать или «дресселировать» электричество, поступающее от солнечной панели, чтобы уменьшить ток заряда по мере того, как батареи становятся полностью заряженными. Поскольку контроллеры PWM работают только с переключателем, напряжение во время работы равно напряжению батареи.

Даже при номинальном напряжении, PWM-контроллер будет работать ниже максимального напряжения питания (V_{mp}). Когда на улице холодно или когда напряжение батареи падает, PWM-контроллер будет работать при значении ниже V_{mp} и максимальной мощности (P_{mp}) солнечной батареи. Чтобы в полной мере использовать максимальную выходную мощность, понадобится контроллер MPPT.

Контроллеры MPPT сравнительно сложнее. Они могут регулировать (или отслеживать) входное напряжение и ток фотоэлектрической батареи, чтобы найти оптимальное рабочее напряжение, которое будет генерировать наибольшую мощность в данный момент. Постоянно отслеживая и работая на V_{mp} , контроллер MPPT сможет генерировать больше энергии, чем контроллер PWM во время массовой зарядки.

Контроллеры MPPT также могут использоваться с фотоэлектрическими массивами с более высоким напряжением, превышающим номинальное напряжение. Это позволяет использовать различные солнечные фотоэлектрические панели, которые могут стоить меньше или быть более оптимальными по размеру.

Выбор PWM или MPPT зависит от местоположения.

Если нет длинных проводов и используются солнечные модули с номинальным напряжением, PWM-контроллер часто является лучшим выбором. То же самое подходит и для мест, где много постоянного солнечного света - в пустынях или тропиках. В этих местах контроллеры PWM являются правильным инструментом для работы, поскольку некоторая потеря солнечной энергии не является критичной. Еще одно соображение - размер системы. Контроллеры PWM часто используются в небольших, чувствительных к стоимости системах, где дополнительные затраты на MPPT не окупаются.

В местах с переменным солнечным светом, колеблющимися температурами и затенением, в северных или южных широтах со снегопадом зимой MPPT наиболее рекомендован, поскольку он может максимизировать

производительность в сложных условиях. Все сводится к правильному инструменту для работы.

Важно правильно выбрать контроллер заряда с точки зрения размера и возможностей. Для удаленных систем очень важны надежность и производительность. Более дешевые солнечные контроллеры часто не самые надежные и могут не соответствовать жизненно важным требованиям к зарядке. Низкая производительность или надежность могут в конечном итоге привести к тому, что стоимость контроллера солнечной батареи во много раз превысит стоимость замены батарейного блока, посещения объекта и потери рабочего времени.

Контроллеры заряда меньшего размера часто имеют только предустановленные настройки заряда. Если эти предустановки не обеспечивают достаточного удовлетворения требований к зарядке аккумулятора, можно выбрать контроллер с дополнительными параметрами настроек. Пользовательские настройки могут быть простыми корректировками заданных значений напряжения, конкретных приложений или условий. Например, система, которая не имеет большого количества циклов, может быть настроена с уменьшенным суточным временем поглощения, которое представляет собой количество времени до того, как батарея перейдет в плавучее состояние.

3.1.2 Выбор контроллера

Для хранения электроэнергии для дальнейшей полезной работы требуются батареи, подключенные к солнечной фотоэлектрической системе. После добавления аккумулятора контроллер заряда становится одним из наиболее важных компонентов системы.

Он подает питание от фотоэлектрической батареи на нагрузку системы и аккумуляторную батарею. Когда аккумуляторная батарея почти заполнена, контроллер будет снижать зарядный ток, чтобы поддерживать напряжение, необходимое для полной зарядки аккумулятора, и поддерживать его на высоком уровне. Имея возможность регулировать напряжение, солнечный

контроллер защищает аккумулятор. Ключевое слово - «защищает». Батареи могут быть самой дорогой частью системы, а контроллер солнечного заряда защищает их как от перезаряда, так и от недозаряда.

Перезарядка всех типов аккумуляторов может нанести непоправимый ущерб. Избыточная зарядка свинцово-кислотных аккумуляторов может вызвать чрезмерное выделение газа, которое может фактически «вскипятить» воду и повредить пластины аккумулятора. В худшем случае перегрев и высокое давление могут стать причиной взрыва при запуске.

Обычно контроллеры заряда меньшего размера включают в себя схему управления нагрузкой.

Более совершенные контроллеры заряда солнечной энергии также могут контролировать температуру и регулировать зарядку аккумулятора, чтобы оптимизировать зарядку соответствующим образом. Это называется температурной компенсацией, при которой происходит зарядка более высокого напряжения при низких температурах и более низкого напряжения при высоких температурах.

По этим и другим причинам солнечный контроллер можно рассматривать как сердце и мозг системы. Он обеспечивает долговременную работоспособность батареи при любых условиях эксплуатации, а также обеспечивает функции контроля критической нагрузки и мониторинга системы.

Исходя из данных, наиболее благоприятным и подходящим является тип контроллера MPPT.

По техническим характеристикам был выбран: контроллер заряда Tracer MPPT (100 В), 20 А, 12/24 В, производства Beijing Epsolar Technology. Его данные сведены в таблицу 13.

Таблица 13 - Контроллер заряда Tracer MPPT (100 В), 20 А, 12/24 В

Максимальная мощность солнечных батарей:	260 Вт при напряжении АКБ 12 Вольт, 520 Вт при напряжении АКБ 24 Вольта
Максимальный ток заряда аккумуляторов, А:	20
Максимальный ток нагрузки, А:	20
Выключатель нагрузки:	есть
Напряжение системы, В:	12/24 (автоматически)
Максимальная мощность солнечных батарей:	260 Вт при напряжении АКБ 12 Вольт, 520 Вт при напряжении АКБ 24 Вольта
Максимальное сечение подключаемых проводов, мм ²	10
Рабочий температурный диапазон, °С:	-35...+55
Размеры, мм:	169 x 118 x 83
Вес, кг:	0.95

3.1.3 Цена вопроса и логическое обоснование

Уличное освещение, предполагаемое за собой использование даже на малые мощности имеет большие затраты. Так, цена фотоэлектрического модуля DELTA SM 200-24 P за одну единицу составляет 8800 рублей.

Цена Контроллера заряда Tracer MPPT (100 В), 20 А, 12/24 В, производства Beijing Epsolar Technology составляет 8640 рублей.

Помимо прочего, потребуются затраты на:

- 1) Установка кронштейна на крыше одного из жилых домов, это 2-3 тыс. рублей;
- 2) Гелевая аккумуляторная батарея GX12-150, 150 Ач, GEL, фирмы Delta ценой 21230 рублей;
- 3) Солнечный кабель сечением 4 мм² в ценовой категории 200 рублей;

4) Герметичные разъемы в количестве 2 штук МС4, на максимальное напряжение до 1 кВ, цена 230 рублей.

Таким образом, мы получаем цену 42100 рублей + вызов инженера по обслуживанию солнечных панелей. Притом расчет был выполнен на установку солнечных панелей с выработкой в 250 Вт. И того, со всеми затратами, суммарно получится в районе 50 тыс. рублей.

Из главы 1, для запитки светильников мощностью 5,51 кВт, потребуется куда больше оборудования и затрат. Для сравнения, на солнечные панели с запасом мощности на 6 кВт, со всеми затратами, комплектующими и установкой потребуется 495 000 рублей.

Такой вариант не целесообразно использовать, в силу того, что для нашего региона не характерна длительная продолжительность солнечного света. Такой тип альтернативной энергетики найдет свое применение в южных регионах.

3.2 Выбор и место установки ветрогенератора

Перед выбором ветрогенератора необходимо определить скорость и направление ветра, наиболее характерные в месте предлагаемой установки. Следует отметить, что вращение лопастей начинается при минимальной скорости ветра 2 м/с. Максимальный КПД достигается, когда этот показатель достигает значения от 9 до 12 м/с.

При выборе места для установки ветрогенератора необходимо отдавать предпочтение областям без больших зданий и высоких деревьев, образующих барьер против ветра. Минимальное расстояние до жилых зданий составляет от 25 до 30 метров, иначе шум во время работы приведет к неудобствам. Ротор ветряной мельницы должен находиться на высоте не менее 3-5 м над ближайшими зданиями. Если местность имеет небольшие постройки и высокие деревья, оптимальная высота мачты составит – 20 м.

Предпочитаемым местом установки было выбрано пространство за Комсомольским шоссе, в 783 метрах от б/о «Подснежник». Координаты 53.462197, 49.376224 [30]. Место указано на рисунке 9.

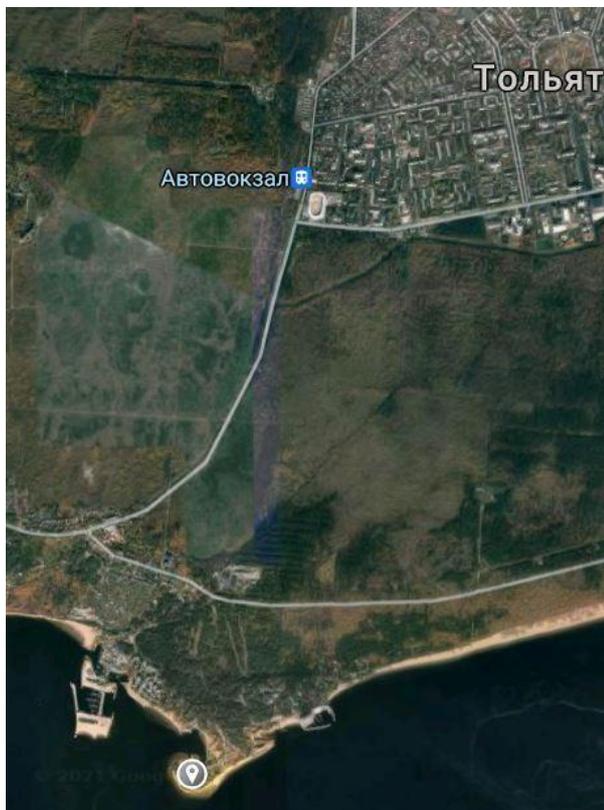


Рисунок 9 – Место установки ветрогенератора

Выбор данного места объясняется тем, что суммарное расстояние до ближайшей хозяйственной постройки минимум 200 метров, что благоприятно для расположения ветрогенератора. На данной территории также отсутствуют жилые постройки, имеется не густо расположенная растительность и близость водоема, что удачно способствует выработке большего количества электроэнергии за счет сильных ветров.

3.2.1 Расчет ветрогенератора

Для снабжения работы светильников, мощность которых 5,51 кВт, потребуется ветрогенератор на номинальную мощность не менее, чем на 5 кВт.

При установке ветрогенератора, нужно учитывать особенности конструкции ротора. Существуют два типа вращения: с вертикальной осью и горизонтальной. Наиболее эффективными считается горизонтальная ось вращения, но для этой реализации требуются высокие точки установки.

Вертикальные оси вращения требуют больше затрат, так, к примеру, ветрогенератор мощностью 5/7 кВт будет стоить в диапазоне 535 000 рублей. Так, исходя из анализа географической местности, средняя скорость ветра для рассматриваемой территории – 3,15 м/с, но ввиду выбора места установки ветрогенератора вдоль прибрежной территории, минимальная скорость ветра увеличивается до 5 м/с.

Плотность кинетической энергии потока увеличивается квадратично со скоростью ветра V и зависит от плотности воздуха ρ :

$$\omega = \frac{\rho}{2} V^2 \quad (3.1)$$

При скорости ветра ≈ 5 м/с это почти 16 Дж/м³.

Эта энергия переносится ветром. В свободном потоке далеко перед ротором ветряной турбины удельная мощность составит:

$$\omega V = \frac{\rho}{2} V^3 \quad (3.2)$$

В примере это 79,3 Дж/м².

Если взять для примера площадь 5 кв. м, и на нее дует воздушный поток скоростью 5 м/с, то в нашем случае мощность будет вычисляться по формуле:

$$P = V^3 * \rho * S \quad (3.3)$$

где ρ – плотность воздушных масс, равная 1,27,

S – площадь, обдуваемая воздушным потоком

При подстановке под формулу мы получаем значение 2990,85 Вт.

Мощность ветрового потока, проходящего через площадь ометания ветроколеса вычисляется по формуле:

$$P = 0,5 * Q * S * V^3 \quad (3.4)$$

где $Q = 1,23 \text{ кг/м}^3$,

S – площадь ометания ротора м^2 ,

V – скорость ветра м/с .

Для получения значения S , воспользуемся формулой:

$$S = 3,14 * D = 18,84 \text{ м}^2 \quad (3.5)$$

где D – диаметр ветроколеса.

Из данных и подстановки под формулу, мы получаем 1448,32 Вт.

Помимо прочего, учитывается и коэффициент использования энергии ветра (для трехлопастных горизонтальной осей этот параметр 35-45%), следовательно,

$$1921,8 \text{ Вт} * 0,4 = 579,33 \text{ Вт}. \quad (3.6)$$

Полученное значение означает, что такое количество мощности винт заберет у ветра. Есть тип генераторов с КПД постоянных магнитов, его коэффициент равен 0,8, следовательно,

$$579,33 * 0,8 = 463,46 \text{ Вт}. \quad (3.7)$$

К полученному числу можно учесть 20% потерь мощностей, и тогда получим:

$$463,46 \text{ Вт} - 20\% = 370,86 \text{ Вт.} \quad (3.8)$$

Общий расход электроэнергии зимой за месяц, условно составит 2265кВт. Ежечасное потребление составит:

$$2265 \text{ кВт}/30 \text{ дней}/24 \text{ часа} = 3,14 \text{ кВт/час} \quad (3.9)$$

Среднегодовая скорость ветра в выбранном районе составит 5 м/с, что позволяет генератору работать минимум на 50% от номинальной мощности. Отсюда следует, что минимальная мощность генератора будет составлять:

$$\frac{3,14 \frac{\text{кВт}}{\text{час}}}{40} \% = 7,87 \text{ кВт} \quad (3.10)$$

В виду общего суммарного потребления в 5,51 кВт светильниками на сквере Жилина, и усиления ветра вдоль побережья, радиус выбора уходит в отметку до 10 кВт. Выбор модели ветрогенератора Condor Air 10kW указан в таблице 14.

Таблица 14 - Ветрогенератор Condor Air 10kW[31].

Модель	Condor Air 10kW
Высота лопасти, м	3,5
Диаметр ветроколеса, м	7,5
Номинальное число оборотов ротора, об/мин	35-40
Номинальная мощность, Вт	10 000
Максимальная мощность, Вт	11 200
Стартовая скорость ветра, м/с	2,5
Номинальная скорость ветра, м/с	7,5
Рабочая скорость ветра, м/с	3-20
Высота мачты, м	12
Масса ВЭС (без мачты), кг	600
Количество лопастей	3
Коэффициент использования энергии ветра	> 0.44

Продолжение таблицы 14

Тип генератора	Синхронный трехфазный генератор на постоянных магнитах
Частота генератора, Гц	0-50
Ток с генератора	переменный
Номинальный ток, А	50
Максимальный ток, А	60
Рекомендуемое количество АКБ, шт	20
Рекомендуемая емкость АКБ, А×ч	150
Эффективность системы преобразования	> 0.85
Уровень шума, Дб, не более	45
Срок службы	25 лет

Синхронный трехфазный генератор на постоянных магнитах имеет напряжение 240 Вольт, и рекомендуемое число аккумуляторов – 20, с напряжением по 12 В каждый. Одна аккумуляторная батарея 12В имеет запас емкости на 150А*ч, она способна сохранить до 1,8 кВт электроэнергии. Соответственно 20 таких батарей, могут хранить до 36 кВт энергии.

3.2.1 Комплектация

В базовую комплектацию ветроустановки входит следующее оборудование:

- 1) Мачта и тросы;
- 2) Опорно-поворотный узел (Опорно-поворотный узел служит для ориентира гондолы по ветру, что способствует максимальной выработке электроэнергии);
- 3) Генератор;
- 4) Ротор;
- 5) Три лопасти (Установка лопастей требует подъемную технику, так как вес одной лопасти 220 кг. Но немаловажную роль играют и погодные условия для выполнения данных работ. Это преимущественно солнечная погода и скорость ветра должна быть не более 2 м/с);
- 6) Метизы;

7) Блок управления ВЭУ (Щит управления ВЭУ служит для управления тормозом, автоматического регулирования возбуждения генератора, а также поддержания напряжения на аккумуляторах);

8) Инструкция по эксплуатации.

9) Цена вопроса 700 000 рублей.

10) Вид выбранного ветрогенератора представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Ветрогенератор Condor Air 10kW

3.2.2 Фундамент

В основу фундамента входит бетонный раствор, в соблюденных пропорциях песок: цемент: щебень (2:1:3). Время просыхания бетонной плиты должно быть не менее 90 часов.

Фундамент под установку мачты не должен располагаться на песчаном участке.

Так как выбранный участок имеет песчаное побережье, что чревато неоднородностью грунта под природными факторами, для укрепления грунта и надежности рекомендуется по СП 50-102-2003 установка винтовых свай [23]. Винтовые сваи нашли свое применение в строительстве на самых разных грунтах, в том числе на землях Крайнего Севера.

Работы по установке фундамента и ветрогенератора должен проводить специально обученный персонал.

При установке следует учитывать еще так называемую «зону отчуждения». Это требуется на случаи сильных ветров, так как при ураганах, ветрогенератор несет серьезную опасность не только для животных, но и для людей. Зона рассчитывается полной высотой конструкции и прибавлением к этому числу 15 метров. В нашем случае радиус вокруг ВЭС составит 34,5 метра.

3.3 Суммарное производство электроэнергии, получаемое из альтернативных источников

3.3.1 Солнце

Напольная подсветка и гирлянды на солнечной батарее работают самостоятельно, т.е «накопил – использовал». Они не подключены к центральным электросетям. Их горение происходит за счет накопления солнечного света в течение дня.

Напольной подсветке и гирлянде достаточно зарядиться в течение 6-8 часов, чтобы обеспечить работой 8-10 часов освещения.

3.3.2 Ветер

Зависимость мощности ветрогенератора от скорости ветра показана на рисунке 11.

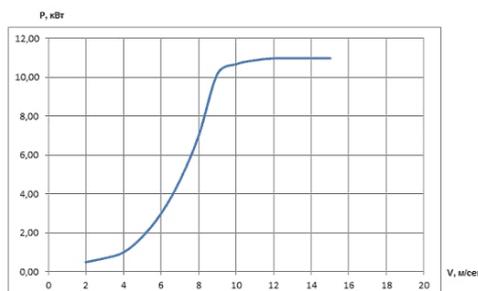


Рисунок 11 - Зависимость мощности ветрогенератора от скорости ветра

Так, при скорости ветра 5 м/с, будет вырабатываться 2 кВт, а при скорости 7 м/с – 5.5 кВт, что и требуется для питания светильников.

Годовая выработка электроэнергии ветрогенератором сведена в таблице 15.

Таблица 15 – Годовая выработка

$V_{\text{ср}}, \text{ м/с}$	$P_{\text{ср}}, \text{ кВт}$	1 день, кВт	1 месяц	1 год
2	0,2	4,8	148,8	1 752
3	0,4	9,6	297,6	3 504
4	1.5	36	1 116	13 140
5	2	48	1 488	17 520
6	3,1	74,4	2 306,4	27 156
7	5	120	3 720	43 800
8	7	168	5 208	61 320
9	10,3	247,2	7 663,2	90 228
10	10,4	249,6	7 737,6	91 104

3.4 Технико-экономический расчет

Масштабное вложение на первоначальном этапе, с одной стороны может показаться экономически не выгодным к установке альтернативных источников, но если произвести расчет стоимости за 1 кВт*ч, при скорости ветра 5 м/с, мы получим:

$$\frac{\text{Стоимость ветрогенератора}}{\text{Годовая выработка} \times \text{срок эксплуатации}} = \frac{700\,000}{17\,520 \times 25} \approx 1,598 \text{ руб} \quad (3.11)$$

Таким образом, потребление без ветрогенератора за 1 кВт*ч составило бы 4,32 рубля по тольяттинскому тарифу, что больше в 2,7 раза полученного значения.

Расчет суммарного потребления светильников мощностью на 5,51 кВт сведено в таблицу 16 [22].

Таблица 16 - Суммарное потребление светильников

Период	Кол-во светильников, шт	Мощность светильника, кВт	Потребление в сутки, кВт		Потребление в месяц, кВт	
			Зимний период (14 часов)	Летний период (8 часов)	Зимний период	Летний период
1	2	3	4		5	
Январь-июнь	186	0,029	75,5	43,15	2265	1294,5

И таким образом, мы получаем потребление светильников на 5,51 кВт в летний период – 1294,5 кВт, а в зимний период – 2265 кВт.

Из таблицы 15, при средней скорости ветра 5 м/с, мы имеем энергию в 1488 кВт, что покрывает нужную нагрузку, а также идет накопление аккумуляторов мощностью.

При произведенных расчетах, мы можем посчитать цену вопроса реализации альтернативной энергии. В стоимость входят:

- 1) Стоимость и установка ветрогенератора – 700 000 рублей;
- 2) Гирлянды на солнечной батарее и напольная подсветка – это 60 000 рублей и 30 420 рублей.

В результате чего, мы имеем 790 420 рублей.

Дальнейшая спроектированная часть, включает в себя затраты на:

1) Установка всех светильников, мощностью на 5,51 кВт суммарно и стоимостью 1 609 272 рубля;

2) Фонарные столбы высотой 5 м и стоимостью 9 120 руб/шт, в нашем варианте потребуется 186 столбов, и в итоге - 1 696 320 рублей;

3) Прокладка подземного кабеля на расстояние 1382 м стоимостью 1 296 920 рублей;

4) Монтаж прокладки кабеля, цена вопроса 207 300 рублей;

5) Автоматические выключатели Siemens SL 4P 6A (B) 6кА в количестве 6 штук и стоимостью 1516 руб/шт, и в результате 9 096 рублей.

Суммарная стоимость проекта, без учета альтернативных источников имеет вид:

$$\Sigma = 1\,609\,272 + 1\,696\,320 + 1\,296\,920 + 207\,300 + 9\,096 = 4\,818\,908 \text{ руб} \quad (3.12)$$

Суммарная стоимость проекта, с учетом альтернативных источников имеет вид:

$$\Sigma = 4\,818\,908 \text{ руб} + 790\,420 \text{ руб} = 5\,609\,328 \text{ руб} \quad (3.13)$$

Потребление электроэнергии по стандартным тарифам сведено в таблицу 17.

Таблица 17 – Потребление электроэнергии по стандартным тарифам за расчетный период зима-лето

Количество месяцев					
Зимний период (октябрь-март)	Летний период (апрель-сентябрь)	Итого за период, кВт	С учетом коэффициента k(1,3)*, кВт	Тариф, руб	Итого за год, руб

Продолжение таблицы 17

		7	8	9	10
6	6	21 357	27 764,1	4,32	119 940,912

Если потребление по стандартным тарифам привести в сравнение с альтернативными источниками, то окупаемость оборудования составит 6 лет. Но ко всему прочему, берется во внимание и увеличение тарифа на потребление электроэнергии в связи с инфляцией, что сокращает окупаемость до 5 лет.

Выводы к главе

Установлена возможность применения энергии ветра, как источника альтернативной энергии для питания парковых зон. Показана нецелесообразность применения солнечных панелей как альтернативного источника энергии для питания парковых зон.

Примечания

* k – коэффициент запаса, учитывающий изменение полезного эффекта от источников света. Коэффициент определяется в зависимости от срока эксплуатации светильника и степени его загрязненности. Для уличного освещения k берется равным 1,3 [22].

Заключение

Целью магистерской диссертации являлось - снижение потребления электрической энергии системой уличного освещения сквера на улице Жилина города Тольятти, а также возможность применения альтернативных источников в качестве альтернативной энергии для питания наружного освещения.

Результатом магистерской диссертации является проектирование наружного освещения сквера на улице Жилина, а так же выбор и место установки альтернативных источников питания с обоснованием и расчетами.

В ходе выполнения магистерской диссертации выполнены следующие задачи:

1) Было спроектировано наружное освещение по всем нормам и требованиям в сквере на улице Жилина. Выбран светильник фирмы UNILAMP модель EPSYLON-POST TOP 7210-0-5-876-29 энергопотреблением на 29 Вт. Суммарное энергопотребление составило 5,51 кВт;

2) Проведен географический анализ местности. Определена среднегодовая скорость ветра – 3,15 м/с и количество солнечных дней в году - 196;

3) Доказана невозможность внедрения солнечных панелей для производства электроэнергии, в силу того, что город Тольятти не имеет продолжительное количество солнечных дней, как это характерно для южных регионов, а также не окупаемая стоимость проекта;

4) Выбрано оборудование на солнечных батареях с минимальными затратами и меньшим энергопотреблением – это гирлянда на солнечной батарее для деревьев - «Uniel USL-S-128-PT9900 Роса» линейного вида для подсветки «окутывания» ствола дерева вдоль всей аллеи, а также была выбрана напольная подсветка в брусчатку - DISK LIGHTS 8 LED. Данное оборудование не требует продолжительных солнечных дней и имеет

короткий период подзарядки, что с легкостью обеспечит подсвечивание неосвещаемых участков в темное время суток;

5) Доказана возможность внедрения ветровой энергетики вдоль береговой линии в лесном массиве от Комсомольского шоссе. Где скорость ветра может быть выше среднегодовой – 3.15 м/с и начинать свою работу от 5 м/с, что способствует большей выработки энергии и снабжать электроэнергией спроектированное освещение в сквере на улице Жилина;

б) Были рассмотрены и выбраны альтернативные источники энергии, а также изучены все положительные и отрицательные моменты;

7) Выполнено экономическое обоснование предлагаемых решений. Итоговая стоимость составила 5 609 328 руб. Была найдена окупаемость данного проекта с учетом роста инфляции цен на электроэнергию – 5 лет.

Из данного проекта можно выделить следующие плюсы:

а) Объект, запитанный от альтернативных источников энергии, становится энергонезависимым от централизованного энергоснабжения;

б) Благодаря системе бесперебойного питания, «излишки» выработанной энергии имеют способность накапливаться и храниться в течение времени;

в) Данный проект дает преимущество развития альтернативной энергетики в нашем городе.

Значение диссертационной работы определяется тем, что в ее рамках исследованы возможности применения альтернативных источников энергии.

Применение ветровой энергетики для города Тольятти доказано.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. М.: Знак, 2006. – 952 с.
2. Барыбин Б. Ю. Справочник по проектированию электроснабжения. М.: Энергоатомиздат, 1990 г. - 584 с.
3. ГОСТ 16703-79. Световые приборы и комплексы. Термины и определения. М: Стандартиформ, 2006. 18 с.
4. Дамский А.И., Электрическое освещение в архитектуре города. М., Стройиздат, 1970. - 230 с.
5. Денисов В.П., Мельников Ю.Ф. Технология и оборудование производства электрических источников света. Учебник для техникумов - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 384 с.
6. Дневник погоды [Электронный ресурс]. URL <https://www.gismeteo.ru/diary/4429/> (дата обращения: 22.02.2021).
7. Как выбрать гирлянду на солнечных батареях для сада [Электронный ресурс]. URL: <https://lampaexpert.ru/podsvetka/girlyandy/na-solnecnyh-batareah-dla-sada> (дата обращения: 15.01.2021).
8. Карта городов России: Тольятти [Электронный ресурс]. URL: <https://2gis.ru/togliatti> (дата обращения: 13.05.2021).
9. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учебное пособие для среднего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2013. 320 с.
10. Кроль Ц.Е., Мясоедова Е.И., Терешкевич С.Г. Качество промышленного освещения. М.: Энергоатомиздат, 1991 224 с.
11. Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрического освещения. «Высшая школа», 1990г. – 240 с.
12. Курс инженерной экологии: Учеб. для вузов / Под ред. И. И. Мазура – М.: Высш. Шк., 1999. – 447 с: ил.
13. Правила устройства электроустановок : (ПУЭ). 7-е изд. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 1999-2005.

14. Предлагаемые модели ветрогенераторов с фиксированными лопастями [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vetrogenerator.ru/vetrogeneratoriy.html> (дата обращения: 22.02.2021).

15. Расход электроэнергии на уличное освещение [Электронный ресурс]. URL: <https://ksosvet.ru/blog/raskhod-ehlektroehnergii-na-ulichnoe-osveshchenie-kak-rasschitat-formula> (дата обращения: 22.02.2021).

16. Руководство пользования ветрогенератора Condor Air 10kW [Электронный ресурс]. URL: https://greentec-group.ru/upload/iblock/117/ветрогенераторы_Condor.pdf (дата обращения: 13.05.2021).

17. Солнечные батареи, фонари и светильники для освещения участка [Электронный ресурс]. URL: <https://elektroznatok.ru/osveshhenie/ulichnoe-osveshhenie-na-solnechnyh-batareyah> (дата обращения: 22.02.2021).

18. Солнечная радиация и ее составляющие [Электронный ресурс]. URL: https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate_sprav_ss_2880701675.php (дата обращения: 28.03.2021).

19. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. М.: Госстрой России, 2004 г.- 87 с.

20. Уличный светильник на солнечной батарее Disk Lights 8 LED [Электронный ресурс]. URL: <https://mirishop.ru/product/ulichnyj-svetilnik-na-solnechnoj-bataree-disk-lights-8-led-4-sht/?ymclid=16128778480131639181500003> (дата обращения: 21.02.2021).

21. Abgeschirmt, warmweiß, maßvoll, energieeffizient [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sternenpark-schwaebische-alb.de/richtig-beleuchten.html> (дата обращения: 13.12.2020).

22. Alternative Energie: Mit diesen Quellen kann die Energiewende gelingen [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/alternative-energiequellen/>
(дата обращения: 26.12.2020).

23. Die Vorteile von Windenergie – was Sie wissen müssen [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eless.de/blog/die-vorteile-von-windenergie-was-sie-wissen-muessen-2> (дата обращения: 18.12.2020).

24. Erneuerbare Energie: Alternative Energiekonzepte für die Zukunft. Herausgeber Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007, 108 Seiten

25. Erneuerbare Energie: Konzepte für die Energiewende, Wiley-VCH; 3. aktualis. u. erg, 2011, 182 Seiten

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

27. LED Straßenbeleuchtung - Premium Light Pro Premium [Электронный ресурс]. URL: https://www.premiumlightpro.de/fileadmin/user_upload/Guidelines/Leitfaeden_Deutschland/Premium_Light_Pro_Aussenbeleuchtung.pdf (дата обращения: 06.01.2021).

28. Prinzip der Stromerzeugung mittels Windkraft - So wird aus Windenergie elektrischer Strom [Электронный ресурс]. URL: <http://www.solarenergie-windenergie.de/wind/prinzip-der-stromerzeugung-mittels-windkraft-so-wird-aus-windenergie-elektrischer-strom.php> (дата обращения: 13.12.2020).

29. Solar Bodenleuchten: Kaufberatung und Vergleich [Электронный ресурс]. URL: <https://solarleuchten-garten.de/solar-bodenleuchten/> (дата обращения: 21.02.2021).

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

31. What are Different Alternative Sources of Energy? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.conserve-energy-future.com/different-energy-sources.php>