

**Протокол**

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Ни Николай Аверьянович и Еламанов Диас Саматулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Разработка и монтаж солнечной электростанции мощность 3 кВт

**Научный руководитель:** Еркин Хидолда

**Коэффициент Подобия 1:** 1.5

**Коэффициент Подобия 2:** 0.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 1

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 19.06.2027

Заведующий кафедрой Энергетики  
Сарсенбаев ЕА.  


АКТИВ  
Чтобы с  
"Парам

**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу

Ни Николай Аверианович  
Еламанов Диас Саматулы

6B07101 - Энергетика

Тема: Разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт

Дипломники Ни Н.А. и Еламанов Д.С. приступили к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

За время работы дипломирования показал себя грамотным, инициативным специалистом способным самостоятельно заниматься поиском необходимых литератур и материалов.

Дипломная работа посвящена созданию автономной системы тепло- и электроснабжения децентрализованного объекта.

В дипломной работе расписана актуальность применения возобновляемых источников энергии, проведена разработка и монтажные работы солнечной электростанции, и также был проведен анализ работы электростанции.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки 90%, а ее авторам присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6B07101 – «Энергетика».

**Научный руководитель**

Ассоц. профессор, к.т.н. кафедры «Энергетика»

(должность, учен. степень, звание)

Хидолда Е.

(подпись)

2024 г.

Актив  
Чтобы а  
"Параме

**РЕЦЕНЗИЯ**

на дипломную работу

Ни Николай Аверианович  
Еламанов Диас Саматулы

6В07101 - Энергетика

на тему: Разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт

Выполнено:

- а) графическая часть на \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ листах  
б) пояснительная записка на \_\_\_\_\_ страницах

**ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ**

В дипломной работе проводится разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт, на территории КазНITU им К.И. Сатпаева.

Основная часть данной дипломной работы охватывает: разработку и монтаж солнечной электростанции, как автономной когенеративной системы для выработки электрической и тепловой энергии. Рационально выполненная автономная система тепло- и электроснабжения должна удовлетворять ряду требований, таких как экономичность, надежность, безопасность и удобство использования.

Также соблюдено требование, связанное с автономностью системы, такое как использование возобновляемых источников энергии.

Недостатками данного дипломного работы является отсутствие системы мониторинга на определенное время.

**Оценка работы**

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (90%), а ее авторы присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6В07101 – «Энергетика».

**Рецензент**  
к.т.н., доцент АУЭС им. Г. Даукеева  
(должность, уч. степень, звание)  
  
Место работы  
Институт Энергетики  
и Энергетических  
Технологий  
2024 г.



Актив  
Чтобы ак  
"Парамет

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетик и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

Ни Николай Аверянович  
Еламанов Диас Саматулы

Разработка и монтаж солнечной электростанции мощность 3 кВт

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

6В07101 – Энергетика

Алматы 2024

АКТ  
Чтоб  
"Пар

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт «Энергетика и машиностроение»

Кафедра «Энергетика»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНТИУ им.К.И.Сатпаева»  
Институт энергетики  
и машиностроения

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой «Энергетика»  
Доктор PhD, ассоциированный профессор  
Е.А. Сарсенбаев

«19» 06 2024 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт»

6В07101-Электроэнергетика

Выполнили

Ни.Н.А. Елманов Д.С

Рецензент  
к.т.н. доцент АУЭС им Г. Даукеева  
К.О. Гали  
«17» 06 20\_г.

Научный руководитель  
к.т.н. ассоциированный профессор  
Е. Хидолда  
«18» 06 2024

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт «Энергетика и машиностроение»

Кафедра «Энергетика»

6B07101-Электроэнергетика

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Энергетика»  
Доктор PhD, ассоциированный профессор  
Е.А. Сарсенбаев

*Е.А. Сарсенбаев*  
«25» 07 2024 г

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение дипломной работы

Обучающимся Ни Н.А. Ермаганов Д.С.

Тема: Разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт

Утверждена приказом Проректором по академическим вопросам №548-П/О от «4» декабря 2023 г.

Срок сдачи законченной работы «15» июня 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе: Солнечные панели мощностью 3 кВт марки RSM110-8-550M, гибридный инвертор марки LSW-N3500-24, аккумуляторные батареи марки AS12-100A, бойлера мощностью 1,5 кВт марки ARISTON BLU1 R ABS 80 V и коммутационные аппараты.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии для малоэтажных потребителей;
- б) Разработка солнечной электростанции;
- в) Результаты анализа работы солнечной электростанции;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):  
представлены слайдов презентации работы



Рекомендуемая основная литература: из 15 наименований учебных материалов.

Ак  
Что  
"Па

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии для маломощных потребителей	05.02.2024	—
Разработка солнечной электростанции	09.04.2024	—
Анализ работы солнечной электростанции	14.06.2024	—

**Подпись**  
консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии для маломощных потребителей	Е.Хидолда к.т.н. ассоциированный профессор	01.05.2024	
Разработка солнечной электростанции	Е.Хидолда к.т.н. ассоциированный профессор	15.05.2024	
Анализ работы солнечной электростанции	Е.Хидолда к.т.н. ассоциированный профессор	01.06.2024	
Нормоконтроль	А.О.Бердибеков магистр, старший преподаватель	14.06.2024	

Научный руководитель

Хидолда Е.

Задание приняли к исполнению обучающиеся

 Ни.Н.А., Еламанов Д.С

Дата

14.06.2024 г.

А  
Ч  
"П

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «3 кВт қуаты бар күн электр станциясын әзірлеу және орнату» жобасына сәйкес күн электр станциясын әзірлеп, орнаттық. Біз университет бюджетін пайдаланып, RSM110-8-550M маркалы қуаттылығы 3 кВт күн батареялары, LSW-N3500-24 маркалы гибриді инвертор, маркалы аккумуляторлар түріндегі қажетті құрал-жабдықтарды сатып алдық және орнаттық. AS12-100A, ARISTON BLU1 R ABS 80 V маркалы қуаты 1,5 кВт қазандық және коммутациялық құрылғылар. Біз сондай-ақ күн батареяларына арналған басқару шкафы мен тірек жақтауларын жобалап, құрастырдық. Әрі қарай, электр станциясын сынақтан өткізу арқылы біз электр станциямыздың тұрақты жүктемемен тиімді жұмыс істей алатынын білдік.

## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе, мы в соответствии с проектом «Разработка и монтаж солнечной электростанции мощностью 3кВт», разработали и провели монтаж солнечной электростанции. Мы закупили, на университетский бюджет, и установили нужное оборудование в виде солнечных панелей мощностью 3 кВт марки RSM110-8-550M, гибридного инвертора марки LSW-N3500-24, аккумуляторных батарей марки AS12-100A, бойлера мощностью 1,5 кВт марки ARISTON BLU1 R ABS 80 V и коммутационных аппаратов. Также мы разработали и собрали шкаф управления и опорные каркасы для солнечных панелей. Далее мы, методом испытания электростанции, выяснили что наша электростанция может эффективно работать с постоянной нагрузкой.

## ANNOTATION

In this thesis, in accordance with the project “Development and installation of a solar power plant with a capacity of 3 kW,” we developed and installed a solar power plant. We purchased, using the university budget, and installed the necessary equipment in the form of solar panels with a capacity of 3 kW of the brand RSM110-8-550M, a hybrid inverter of the brand LSW-N3500-24, batteries of the brand AS12-100A, a boiler with a capacity of 1.5 kW of the brand ARISTON BLU1 R ABS 80 V and switching devices. We also designed and assembled a control cabinet and support frames for solar panels. Further, by testing the power plant, we found out that our power plant can operate effectively with a constant load.



## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии для маломощных потребителей	8
1.1	Комбинированные системы выработки тепловой и электрической энергии	8
1.2	Мини ТЭЦ	8
1.3	Ветряная установка совмещенная с солнечным коллектором	13
1.4	Солнечные панели и бойлер	17
2	Разработка солнечной электростанции	22
2.1	Конструкция шкафа управления и опор под солнечные панели	22
2.2	Разработанная солнечной электростанция на 3 кВт	25
3	Анализ работы солнечной электростанции	41
3.1	Диагностика	41
3.1.1	Диагностика солнечных панелей	41
3.1.2	Диагностика инвертора и настройка инвертора	43
3.1.3	Диагностика аккумуляторных батарей	45
3.2	Выработанная и потребляемая энергия	46
	Заключение	60
	Список использованной литературы	61
	Приложения	62

## ВВЕДЕНИЕ

Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии становятся все более популярными среди маломощных потребителей. Эти системы представляют собой инновационный подход к производству энергии, объединяющий в себе различные технологии и источники энергии.

Одной из ключевых особенностей комбинированных систем является возможность использовать несколько источников энергии одновременно или последовательно для оптимального снабжения электро- и тепловой энергией. Это позволяет значительно увеличить эффективность производства энергии и снизить зависимость от традиционных источников, таких как уголь или нефть.

Среди наиболее распространенных источников энергии, используемых в комбинированных системах, можно выделить солнечные панели, ветрогенераторы, геотермальные и биомассовые установки. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, и их комбинация позволяет обеспечить надежное и стабильное энергоснабжение.

Благодаря современным технологиям и инженерным решениям, комбинированные системы становятся все более доступными и эффективными для маломощных потребителей, таких как домохозяйства, малые предприятия и фермерские хозяйства. Это открывает новые возможности для улучшения устойчивости и экономии в области энергетики, а также способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Таким образом, современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии представляют собой перспективное направление развития энергетики, способное обеспечить эффективное и экологически чистое энергоснабжение для маломощных потребителей.

*Цель работы* : Разработать и провести монтаж солнечной электростанции мощностью 3 кВт.

*Актуальность*: Введение систем на основе зеленой энергии довольно распространенная практика в современном мире. Эти системы автономны что дает возможность на наличия тепла и света в отдаленных от города местах, например, степи, горах и тд. Развитие возобновляемой энергетики с каждым днем продвигается все дальше, что открывает еще большие возможности.

# **1 Современные комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии для маломощных потребителей**

## **1.1 Комбинированные системы выработки тепловой и электрической энергии**

Для обеспечения маломощных потребителей тепловой и электрической энергией в современных реалиях можно применять различные виды выработки энергии. Приведем наиболее практичные варианты, такие как использование возобновляемой энергии, например, ветряные установки с коллекторами или солнечных панелей с бойлером, ТЭНом или греющимися кабелями. Также можно прибегнуть к использованию газопоршневых установок в мини ТЭЦ.

Комбинированные системы выработки тепловой и электрической энергии на основе возобновляемой энергии представляют собой интегрированные системы, которые используют различные источники возобновляемой энергии для производства как тепла, так и электроэнергии. Ниже приведем пару вариантов таких систем, и когенерацию за счет ГПУ:

1) Ветро-тепловые системы: Эти системы объединяют ветрогенераторы для генерации электроэнергии с системами теплосбора, которые могут использовать ветер для нагрева воды или других теплоносителей. Избыточное тепло может храниться для использования в периоды недостаточной ветрогенерации.

2) Солнечно-биомассовые системы: Эти системы сочетают солнечные панели или концентрирующие солнечные электростанции с процессами сжигания биомассы для генерации электроэнергии и производства тепла. Тепло из процесса сжигания биомассы может быть использовано для производства пара или нагрева жидкости.

3) Газопоршневые установки, также известные как двигатели внутреннего сгорания с поршневым движением, используют газ (часто природный газ, биогаз или синтезированный газ) для приведения в движение поршня и генерации электроэнергии. Тепло, которое выделяется в процессе сжигания газа, может быть использовано для отопления воды или помещений.

Эти комбинированные системы позволяют эффективно использовать различные источники выработки энергии, обеспечивая как тепло, так и электроэнергию для различных нужд.

## **1.2 Мини ТЭЦ**

В современное время развивается энергоснабжение, которое более рассчитано на установках мини-ТЭЦ. Система преобразования тепла мини-ТЭЦ

также рассматривает производство горячей воды или пара (когенерация) и холода для систем охлаждения и вентиляции (тригенерация).

### *Типы мини ТЭЦ*

Различают следующие виды мини-ТЭЦ:

- паротурбинная с противодавленческой турбиной с выпуском к тепловым потребителям всего или части отработавшего в пара;

- паротурбинная с конденсационной турбиной, имеющей теплофикационный отбор или отборы для выпуска пара для тепловых потребителей;

- газотурбинная с применением тепла выхлопных газов в котле-утилизаторе или непосредственно в технологическом процессе;

- дизельная с производством высокопотенциального тепла за счет энергии выхлопных газов и низкопотенциального - из контуров охлаждения двигателя;

- парогазовая с применением тепла выхлопных газов для производства пара, который полностью или частично направляется в одну или несколько паровых турбин.

- На сегодняшний день используются также следующие типы установок для когенерации малой и средней мощности:

- теплофикационные на основе газотурбинных двигателей самолетов и судов единичной электрической мощностью от 50 до 5000 кВт и тепловой мощностью от 0,5 до 50 МВт для установки в отопительных и промышленных котельных, работающих на природном газе;

- теплофикационные паросиловые установки небольшой мощности с противодавлением на промышленные параметры пара электрической мощностью до 1200 кВт и тепловой мощностью до 12 МВт, работающих на мазуте и твердом топливе;

- теплофикационные дизельные установки на основе двигателей судов, колесных и гусеничных машин электрической мощностью до 600 кВт;

- паросиловой и газотурбинный привод с преобразованием тепла мощностью от 5 до 20000 кВт для энергоснабжения нефтяных газодобывающих комплексов.

Перспективным альтернативным решением можно считать мини-ТЭЦ, например на основе газо-дизельных генераторов. Для получения тепловой энергии в камере сгорания применяется дизельное топливо, природный или сжиженный газ. Особенно перспективны мини-ТЭЦ для удаленных районов и сельской местности. В качестве иного вида топлива в данном случае можно использовать биотопливо, по примеру, метана, полученного в метантенках из отходов сельского хозяйства.

В последнее время также вводятся микро-ТЭЦ мощностью 45-100 кВт для автономного энергоснабжения на основе микротурбин и электротехнических генераторов.

В малой энергетике неразумно использование сложных комбинированных циклов ПГУ для выработки электроэнергии, а газовые турбины как приводы электрогенераторов значительно уступают газовым двигателям по КПД и эксплуатационным характеристикам при малых мощностях. В широком диапазоне мощностей (от 100 кВт до 90 МВт) КПД моторного привода на 14-18% выше, чем газотурбинного; при понижении нагрузки со 100 до 50% КПД электрогенератора с приводом от газового двигателя несильно меняется, КПД газового двигателя практически не претерпевает изменений до температуры воздуха 25<sup>0</sup>С. Мощность газовой турбины снижается при изменении температуры воздуха от -30 до 30<sup>0</sup>С, при температурах выше 40<sup>0</sup>С снижение мощности газовой турбины составляет около 20%.

#### *Мини-ТЭЦ на базе ГПУ*

В газопоршневых установках (ГПУ) применяются специальные поршневые двигатели, работающие на природном газе. Зачастую такие двигатели разрабатываются на основе транспортных дизелей. Иногда ГПУ называют «газопоршневыми агрегатами» (ГПА), но часто используется термин «газопоршневые мини-ТЭЦ».

Газопоршневые установки предназначены для производства электричества и недорогой тепловой энергии. Среди различных силовых агрегатов, газопоршневые установки отличаются простотой, надежностью конструкции и самым высоким электрическим КПД.

Электрический КПД современных газопоршневых установок, типа MWM, при работе на природном газе составляет приблизительно 42- 44%.

Большинство видов газопоршневых установок может работать в режиме когенерации, т.е как теплоэлектростанции. Температура выхлопных газов при выходе из двигателя газопоршневой установки равна приблизительно 390±30<sup>0</sup>С. Такая высокая температура на выходе ГПУ дает возможность отдавать через теплообменник большие объемы бесплатной тепловой энергии.

Соотношение выдачи двух видов энергий при работе газопоршневой установки в номинальном режиме составляет примерно 1:1, т.е на 1 МВт установленной электрической мощности получаем примерно 1 МВт тепловой энергии или же, если быть точнее, 1 МВт = 0,86 Гкал/час. При необходимости можно получить и промышленный пар. На рисунке 1.1 показана газопоршневая установка.



Рисунок 1.1 – Газопоршневая установка

Система охлаждения газопоршневых установок, в основном, жидкостная. При использовании воды для охлаждения поршневых агрегатов станции целесообразна её химическая подготовка, но практически всегда применяется обычная незамерзающая жидкость. Расход моторного масла газопоршневой станции составляет примерно 0,35-0,9 кг/ч на 1 мегаватт выработанной электрической энергии. Уровень расхода моторного масла зачастую связан с характером и равномерностью электрических нагрузок. Поддержка постоянного уровня моторного масла – необходима для нормальной работы газопоршневой установки.

Газопоршневые установки небольшой мощности могут быть оснащены системой воздушного охлаждения. ГПУ с воздушным охлаждением, как правило, используется как аварийное или резервное.

Стоимость моторного масла для газопоршневых силовых агрегатов электростанций составляет в среднем от 550 до 1600 тг/л. В целом, размер затрат на приобретение моторного масла не является большой проблемой, так как у современных ГПУ стоимость масла в структуре стоимости произведенного киловатта электроэнергии не превышает 15-25 тенге. Не стоит забывать, что вообще, все эксплуатационные расходы газопоршневой установки спокойно перекрываются её непревзойденной экономичностью в отношении расхода газа, что является основной затратой автономной электростанции с силовыми агрегатами любого вида. По этому критерию у ГПУ нет никаких конкурентов, впрочем, как и в соотношении цена/качество.

Газопоршневые электростанции полностью соответствуют экологическим требованиям и нормам Евросоюза. Высота дымовой трубы для газопоршневых электростанций определяется проектированием и расчётами в

соответствии с уровнем содержания предельно допустимых концентраций в окружающей среде, а также малым объемом вредных эмиссий самой газопоршневой установки.

Средняя высота дымовой трубы равна 20-30 метров. Уровень шумов, производимых газопоршневой установкой равен 74-79 дБ. При работе поршневой установки возникает малая вибрация, что иногда требует установки специальных виброопор.

*Расчет использования мини-ТЭЦ, как автономный источник питания*

- 1) Максимальное потребление электроэнергии декабрь месяц - 6,5 МВт ч;
- 2) Минимальное потребление электроэнергии июль месяц – 1,0 МВт ч;
- 3) Топливо-природный газ  $Q_{нр}$  - 7940 ккал/нм<sup>3</sup>;
- 4) Стоимость электроэнергии, тг./кВтч – 28,0 (без НДС);
- 5) Стоимость заявленной мощности, тг./кВт – 775,18 (без НДС);
- 6) Количество часов работы в году – 8760;
- 7) Стоимость топлива, тг. за 1000 м<sup>3</sup> – 3500 (без НДС);
- 8) Стоимость тепловой энергии, тг./Гкал – 1274,61 (без НДС).

В качестве технического решения предлагается установка газопоршневой установки марки IGS 620 GS-N.L. фирмы «GENERAC» (США).

Блочные генераторные установки типа IGS 620 GS-N.L. предназначены для выработки электрической энергии и использования тепла уходящих газов для отопительных нужд.

Конструктивно эти установки выполнены в виде компактных блоков 100% заводской готовности, состоящих из газопоршневого двигателя, электрогенератора, системы охлаждения, маслосистемы, размещенных на общей раме и отдельно устанавливаемого модульного теплоутилизатора для выработки горячей воды с  $t = 100^{\circ}\text{C}$ .

Кроме основного оборудования для работы установок необходимо дополнительно установить группы циркуляционных и подпиточных насосов, установку водоподготовки, электросиловое оборудование, систему газоснабжения, выполнить фундаменты под оборудование, разводку трубопроводов, электросиловых кабелей и др.

Все оборудование мини ТЭЦ предполагается разместить в новом здании. Ориентировочный размер его 22×18×11 м. Точные размеры здания определятся после выполнения работы.

Суммарная вырабатываемая электрическая мощность при работе установки на номинальном режиме составляет 4 МВт и почти полностью покрывает максимальную потребность в зимнее время.

В летнее время для покрытия минимальной электрической нагрузки достаточно работы с 30 % нагрузкой.

При работе установки IGS 620 GS-N.L в номинальном режиме, кроме электроэнергии, можно получить горячую воду с  $t = 100^{\circ}\text{C}$  в количестве 4 МВт, что позволит почти отказаться от посторонней тепловой энергии.

Ориентировочные этапы и сроки реализации проекта:

- 1) Разработка проектной документации – 1-2 месяцев;
- 2) Поставка оборудования – 2-4 месяцев;
- 3) Строительно-монтажные работы – 2-3 месяца;
- 4) Пусконаладочные работы – 1 месяц.

Стоимостные показатели:

- 1) Стоимость основного оборудования и материалов – 2 000 000 тг;
- 2) Стоимость проектных работ – 400 000 тг;
- 3) Стоимость строительно-монтажных работ – 300 000 тг.;
- 4) Стоимость пусконаладочных работ – 100 000 тг.;
- 5) Стоимость строительных работ по реконструкции существующего здания определяется после выполнения проектных работ;
- 6) Себестоимость электроэнергии – 26,6 тг./кВт·ч (без учета утилизации тепла) с НДС;

### **1.3 Ветряная установка, совмещенная с солнечным коллектор**

Выработка электрической энергии за счет возобновляемых источников — актуальное направление в развитии энергетики. Всем знакомы гигантские поля ветряных установок, где вырабатывается электроэнергия для больших городов. Тем не менее, на сегодняшний день все большую популярность приобретают ветряные установки, за счет которых можно снабдить электричеством индивидуальные потребители, будь то отдаленный дом, ферма или же уличные фонари. Особенно популярны такие ветрогенераторы для Казахстана, так как на большей части центральной, и северо-западной территории, довольно большой ветроресурс.

Применение энергии ветра изначально было одним из первых попыток использовать силы природы в своих интересах. Сразу на ум приходят известные ветряные мельницы. Мало того, Голландия во многом обязана самим своим существованием тем, что научилась использовать энергию ветра для откачки воды из низких районов.

#### *Ветряная установка с вертикальной осью*

В этих генераторах ветровое колесо имеет ось, расположенную в вертикальной плоскости. Главным преимуществом ветряных установок с вертикальной осью является то, что они не зависимы от направления воздушного потока.



Так как существует множество разнообразных конструкций вертикальных ветрогенераторов, их мощность рассчитывается более сложным образом. Зависимость, по которой мощность пропорциональна кубу от скорости ветра, здесь также учитывается.

До недавнего времени ветрогенераторы с вертикальной осью нуждались в дополнительном воздействии для пуска. Для этого электрогенератор переводился в режим электродвигателя и запускал ветряную установку от энергии, заранее накопленной в аккумуляторной батарее. Уже созданы конструкции ветряков, которые могут самостоятельно запусаются от ветра.

Основной проблемой является маленький КПД ветряной установки с вертикальной осью по сравнению с привычным ветрогенератором. Относительно к индивидуальным ветрогенераторам этот недостаток компенсируется тем, что ветроколесо, можно сказать, не ограничивается в размерах. Например, при размещении на крыше здания его можно сделать в виде высокого цилиндра.

В различных европейских странах ветрогенераторы с вертикальной осью устанавливаются на крышах жилых и административных зданиях и включаются параллельно электрическим сетям. Ветрогенераторы позволят уменьшить счета за электричество. На рисунке 1.2 показана ветряная установка с вертикальной осью.



Рисунок 1.2 - Ветровое колесо с вертикальной осью

### *Мультипликатор*

Самое быстрое ветроколесо способно дать скорость вращения не больше 400 об/мин. Не стоит забывать, наибольший КПД электрического генератора, в основном, достигается при частоте вращения ближе к 1000 об/мин. Поэтому на

ветроэлектростанциях, обслуживающих нескольких потребителей, используются мультипликаторы — механизмы, передающие вращение от ветроколеса к электрическому генератору с повышающим коэффициентом. В индивидуальных ветрогенераторах мультипликаторы используются реже. Так же приходится мириться со снижением КПД электрогенератора для удешевления конструкции.

#### *Накопление энергии*

Мощность, которую дает ветрогенератор, очень нестабильна, так как скорость ветра непостоянна. Поэтому обязательно использование аккумулятора, в котором накапливается энергия и постепенно отдается в нагрузку.

Для накопления энергии часто используются гелевые аккумуляторы напряжением 12 В. Иногда аккумуляторы соединяются последовательно в батареи напряжением до 120 В. Ветрогенератор подключается к аккумулятору через специальный контроллер, управляющий процессом зарядки. Напряжение 220 В с частотой 50 Гц, подаваемое потребителю, вырабатывается при помощи инвертора.

#### *Защита от разрушения ветроколеса*

При превышении скорости вращения ветроколеса сверх допустимой нормы, что приводит к его разрушению. Чтобы такого не происходило, генератор всегда находится под нагрузкой. Если аккумулятор полностью заряжен и нет нагрузки, то к генератору подключается балластный резистор.

При штормовом ветре у генераторов с диаметром ветроколеса до 2 м останавливаются лопасти для избежания их поломки. При большом размере лопастей ветроколесо поворачивается в горизонтальную плоскость.

#### *Солнечный тепловой коллектор*

Термин "солнечный коллектор" в основном относится к устройству для нагрева горячей воды за счет солнечной энергии, а так же может относиться к крупным энергетическим установкам, таким как солнечные параболические желоба и солнечные башни или к устройствам для нагрева не воды, таким как солнечные плиты, солнечные воздухонагреватели.

Солнечные тепловые коллекторы бывают двух типов: неконцентрирующими и концентрирующимися. В неконцентрирующих коллекторах площадь отверстия примерно такая же, как площадь поглотителя. Часто используемым примером данной системы является металлическая пластина, окрашенная в темный цвет для максимального поглощения солнечного света. После энергия собирается путем охлаждения пластины с помощью рабочей жидкости, в основном, воды или гликоля, текущей по трубам, прикрепленным к пластине.

Концентрирующие коллекторы имеют значительно большее отверстие, чем площадь поглотителя. Отверстие часто имеет форму зеркала, которое сфокусировано на абсорбере, который в большинстве случаев представляет собой трубы, по которым протекает рабочая жидкость. Из-за движения солнца в течение дня концентрирующие коллекторы нуждаются в той или иной системе отслеживания солнечной активности, по причине чего их часто называют "активными" коллекторами.

Неконцентрирующие коллекторы обычно используются в жилых, промышленных и коммерческих зданиях для отопления помещения, в то время как концентрирующие коллекторы на установках концентрированной солнечной энергии вырабатывают электроэнергию путем нагрева теплоносителя для приведения в действие турбины, подключенной к электрогенератору.

#### *Расчет использования ВЭС, как автономный источник питания*

Исходные данные для разработки ВЭС следующие:

- 1) Максимальное потребление электроэнергии декабрь месяц - 3,5 МВт ч;
- 2) Минимальное потребление электроэнергии июнь месяц – 1 МВт ч;
- 3) Стоимость электроэнергии, тг./кВтч – 28,0 (без НДС);
- 4) Стоимость заявленной мощности, тг./кВт – 482 (без НДС)
- 5) Количество часов работы в году – 8760;
- 6) Стоимость тепловой энергии, тг./Гкал – 1274,61 (без НДС)

В качестве технического решения предлагается ветряная установка марки "ALTERRA-helix"(Россия).

Кроме основного оборудования для работы установки необходимо дополнительно выполнить фундаменты под оборудование, электросиловых кабелей и др.

Все оборудование мини ВЭС предполагается разместить на открытой территории. Ориентировочный размер территории 8×10 м. Точные размеры определяются после выполнения работы.

Суммарная вырабатываемая электрическая мощность при работе ветроустановки на номинальном режиме составляет 3 кВт и частично покрывает максимальную потребность в электроэнергии в зимнее время.

В летнее время для покрытия минимальной электрической нагрузки достаточно работы с 50 % нагрузкой.

При работе солнечного коллектора можно получить горячую воду с  $t = 100^{\circ}\text{C}$  в количестве 4 кВт, что позволит частично отказаться от покупной теплоэнергии.

Ориентировочные этапы и сроки реализации проекта

- 1) Разработка проектной документации – 1-2 месяцев;
- 2) Поставка оборудования – 3-5 месяцев;
- 3) Строительно-монтажные работы – 2-3 месяца;

4) Пусконаладочные работы – 1 месяц.

Стоимостные показатели

1) Стоимость основного оборудования и материалов – 3 350 000 тг;

2) Стоимость проектных работ – 300 000 тг;

3) Стоимость строительно-монтажных работ – 400 000 тг;

4) Стоимость пусконаладочных работ – 200 000 тг;

5) Стоимость строительных работ по реконструкции территории для ВЭС определяется после выполнения проектных работ;

6) Себестоимость электроэнергии – 24,6 тг/кВт·ч (без учета утилизации тепла) с НДС;

#### 1.4 Солнечные панели и бойлер



Рисунок 1.3 – Солнечные панели

Солнечная панель представляет собой устройство, преобразующее солнечную энергию в электричество с использованием фотоэлектрических (PV) элементов. Эти элементы состоят из материалов, которые генерируют возбуждённые электроны под воздействием света. Электроны, проходя по цепи, создают постоянный ток, который можно использовать для питания различных приборов или сохранять в аккумуляторах. Солнечные панели также называют панелями солнечных элементов, солнечными электрическими панелями или фотоэлектрическими модулями. На рисунке 1.3 показаны солнечные панели.

Солнечные панели, как правило, устанавливают в группы, которые называют массивами или системами. Фотоэлектрическая система состоит из

одной или нескольких солнечных панелей, инвертора для преобразования постоянного тока в переменный и иногда других компонентов, таких как контроллеры, счетчики и трекеры.

Преимуществами солнечных панелей можно выделить использование возобновляемого и чистого источника энергии, уменьшение выбросов парниковых газов и снижение счетов за электроэнергию. К недостаткам можно отнести зависимость от солнечного излучения, необходимость очистки и высокие первоначальные затраты. Солнечные панели пользуются большим спросом в жилых, коммерческих и промышленных целях, а также в космосе, в основном в сочетании с батареями.

### *Конструкция*

Фотоэлектрическая распределительная коробка установлена на задней стороне солнечной панели и функционирует как выходной интерфейс. Внешние подключения для большинства фотоэлектрических модулей используют разъемы MC4 для легкого подключения к остальной части системы с защитой от атмосферных воздействий. Фотоэлементы устанавливаются в металлические каркасы, состоящие из компонентов стеллажей, кронштейнов, отражателей и желобов для лучшей поддержки конструкции панели.

### *Методы подключения ячеек*

Солнечные модульные элементы нужно соединить вместе, чтобы сформировать модуль, при этом передние электроды немного перекрывают площадь передней оптической поверхности солнечного элемента. Чтобы максимально увеличить площадь передней поверхности, доступную для солнечного света, и повысить эффективность солнечных элементов, практикуются различные методы подключения солнечных элементов с задним электродом:

- Задний контакт пассивированного излучателя (PERC) оснащается полимерной пленкой для улавливания света;
- Туннельный оксидно-пассивированный контакт (TOPCon) добавляет окислительный слой к пленке PERC для улавливания большего количества света;
- Обратный контакт с переплетением (IBC).

### *Инвертор*

Гибридный солнечный инвертор - это устройство, которое имеет функции инвертора для преобразования постоянного тока, полученного от солнечных панелей, в переменный ток для дальнейшего использования в бытовых электроприборах, а также функции зарядного контроллера для управления зарядом батарей. Получается, гибридный инвертор позволяет использовать солнечную энергию для производства электричества и хранить ее в

аккумуляторах для последующего использования в периоды недостатка солнечной радиации, что делает гибридные солнечные инверторы идеальным решением для автономных энергетических систем.

Гибридный солнечный инвертор имеет широкий спектр функций, которые делают его особенно полезным компонентом для системы солнечной энергии. Далее подробно расписаны данные функции:

1) Преобразование тока: также как и обычные инверторы, гибридный инвертор преобразует постоянный ток (DC), вырабатываемый солнечными панелями, в переменный ток (AC), который в дальнейшем используется в домашних или коммерческих электрических сетях.

2) Управление зарядом и разрядом аккумулятора: гибридные инверторы могут управлять зарядкой и разрядкой аккумуляторных батарей или иных систем хранения энергии. Что дает возможность максимально использовать энергию, вырабатываемую солнечными панелями, и сохранять избыточную энергию для дальнейшего использования.

3) Взаимодействие с электрической сетью: гибридные инверторы могут бесппроблемно взаимодействовать с электрической сетью, что позволяет автоматически переключаться между использованием солнечной энергии, энергии из сети и энергии из аккумуляторов в зависимости от условий и потребностей.

4) Режим автономной работы: в случае отключения от сети, гибридный инвертор может переключить систему на работу от аккумуляторов, чем обеспечивается непрерывная подача электроэнергии.

5) Управление потоками энергии: гибридный инвертор с подмешиванием может воздействовать на потоки энергии от различных источников, такие как солнечные панели, аккумуляторы и сетевое электроснабжение. Что позволяет оптимизировать использование энергии и снизить общие расходы на электроэнергию.

6) Трехфазная работа: на сегодняшний день различные модели гибридных инверторов могут поддерживать трехфазное включение, благодаря чему, можно более равномерно распределить нагрузку и повысить эффективность системы.

В общем, гибридный инвертор имеет много довольно полезных функций и с его помощью можно более эффективно и практично использовать солнечную энергию.

#### *Плюсы и минусы гибридного инвертора*

К плюсам гибридного инвертора можно отнести более высокую эффективность, возможность подмешивания энергии от различных источников, включая сетевую энергию и энергию от генераторов. Гибридный инвертор с подмешиванием позволяет оптимизировать потребление энергии, уменьшая таким образом счета за электричество.

Но и у гибридного инвертора есть минусы. Он зачастую стоит дороже, чем обычные инверторы, а трехфазный гибридный инвертор и того дороже, и может потребовать более сложную схему подключения.

### *Схемы подключения гибридного инвертора*

Гибридные инверторы могут быть включены в систему солнечной энергии различными способами в зависимости от конкретной конфигурации системы и типа инвертора. Вот две наиболее распространенные схемы подключения гибридного инвертора:

#### 1) Однофазное подключение.

Это более распространенный тип подключения для домашних систем. В данном случае гибридный инвертор подключается непосредственно к солнечным панелям, аккумуляторам и домашней сети. Инвертор преобразует постоянный ток от солнечных панелей в переменный ток для использования в домашней сети, а также управляет зарядом и разрядом аккумуляторов.

#### 2) Трехфазное подключение.

В трехфазных системах используется гибридный инвертор, способный обрабатывать энергию от трехфазных источников. Это подключение более перспективно в более крупных или коммерческих системах, где нагрузка распределена между тремя фазами. Инвертор подключается к каждой фазе и управляет потоком энергии между солнечными панелями, аккумуляторами и сетью на каждой фазе.

### *Водонагреватель*

Бойлер - это устройство для нагрева воды. Он может быть электрическим, газовым или солнечным. Он обычно используется в домашних условиях для подогрева воды для душа, кухни и отопления помещений. Также могут быть задействованы в промышленности для производства пара или нагрева воды в производственных целях.

На ТЭЦ, АЭС и некоторых котельных бойлеры - это сетевые подогреватели, в которых вода теплосети нагревается паром от отборов турбин или от паровых котлов. В системах централизованного теплоснабжения бойлеры применяются для разделения магистральных и распределительных сетей, а в ТЭЦ предусматриваются пиковые бойлеры.

В отличие от остальных видов водонагревателей вода в бойлерах в нормальном режиме никогда не доводится до кипения, а обогревается только до нужной температуры.

### *Накопление энергии*

Мощность, которую дает солнечная панель, так же нестабильна, так как солнечная радиация не постоянна. Поэтому нужно использовать аккумуляторы, в

которые накапливается электроэнергия, и постепенно выдается в необходимое время в нагрузку.

Для накопления энергии используются свинцово-кислотные аккумуляторы напряжением 12 В. Зачастую аккумуляторы соединяют последовательно в батареи напряжением до 120 В. Панели подключается к аккумулятору через гибридный инвертор, который в дальнейшем передает электричество в сеть и отвечает за зарядку и разрядку аккумуляторных батарей.

#### *Заключение первого раздела*

Нами было рассмотренные несколько вариантов современных видов комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, такие как мини ТЭЦ, ветряные установки с солнечными коллекторами, и солнечные панели с бойлером. Мы в соответствие с университетским проектом «Солнечная станция мощностью 3 кВт, генерируемая электрическую и тепловую энергию» остановились на последнем вышеприведенном варианте связанным с солнечными панелями.



## 2 Разработка солнечной электростанции

В соответствии с университетским проектом «Солнечная станция мощностью 3 кВт, генерируемая электрическую и тепловую энергию» мы разместили солнечную электростанцию (в дальнейшем СЭС) по заранее выбранному расположению на территории университета (КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, 43,2368123, 76,9307009). Далее предоставлено расположение СЭС на обусловленной карте в масштабе 1:200 (или на Рисунке 2.1) :

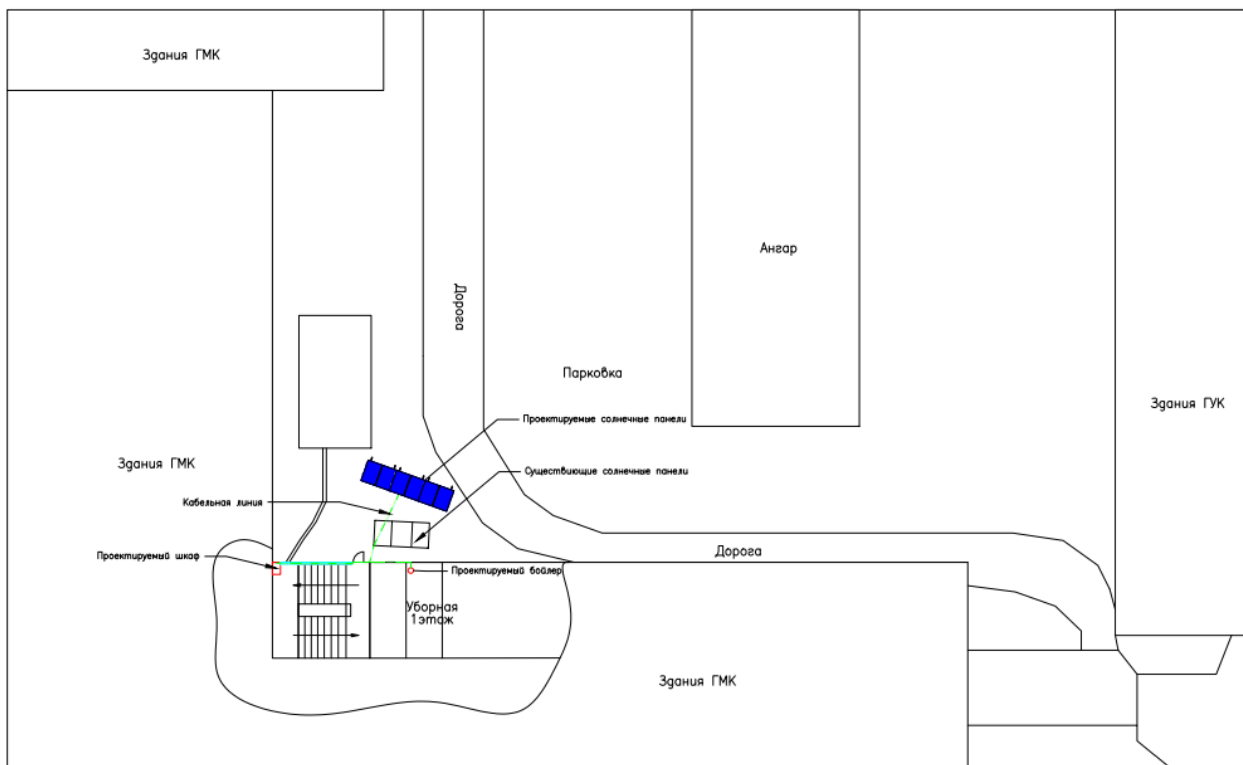


Рисунок 2.1 - План расположения СЭС

Условные обозначения:

- Шкаф управления и бойлер;
- Расположение солнечных панелей;
- Существующий кабельный канал;
- Проектируемый силовой кабельный канал.

### 2.1 Конструкция шкафа управления и опор под солнечные панели

Для размещения аппаратов, инвертора и аккумуляторных батарей мы разработали конструкцию шкафа управления, состоящую из 16 металлических

уголков и 2 металлических полос, все скрепляется болтами, также как и на опорной конструкции. На рисунке 2.2 показана опорная конструкция, и в таблице 2.1 представлены материалы для нее.

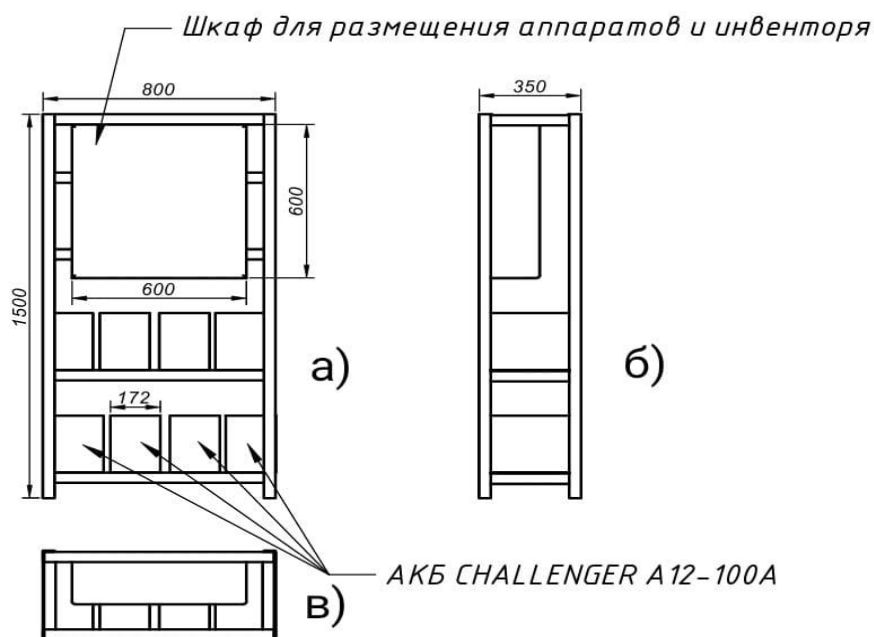
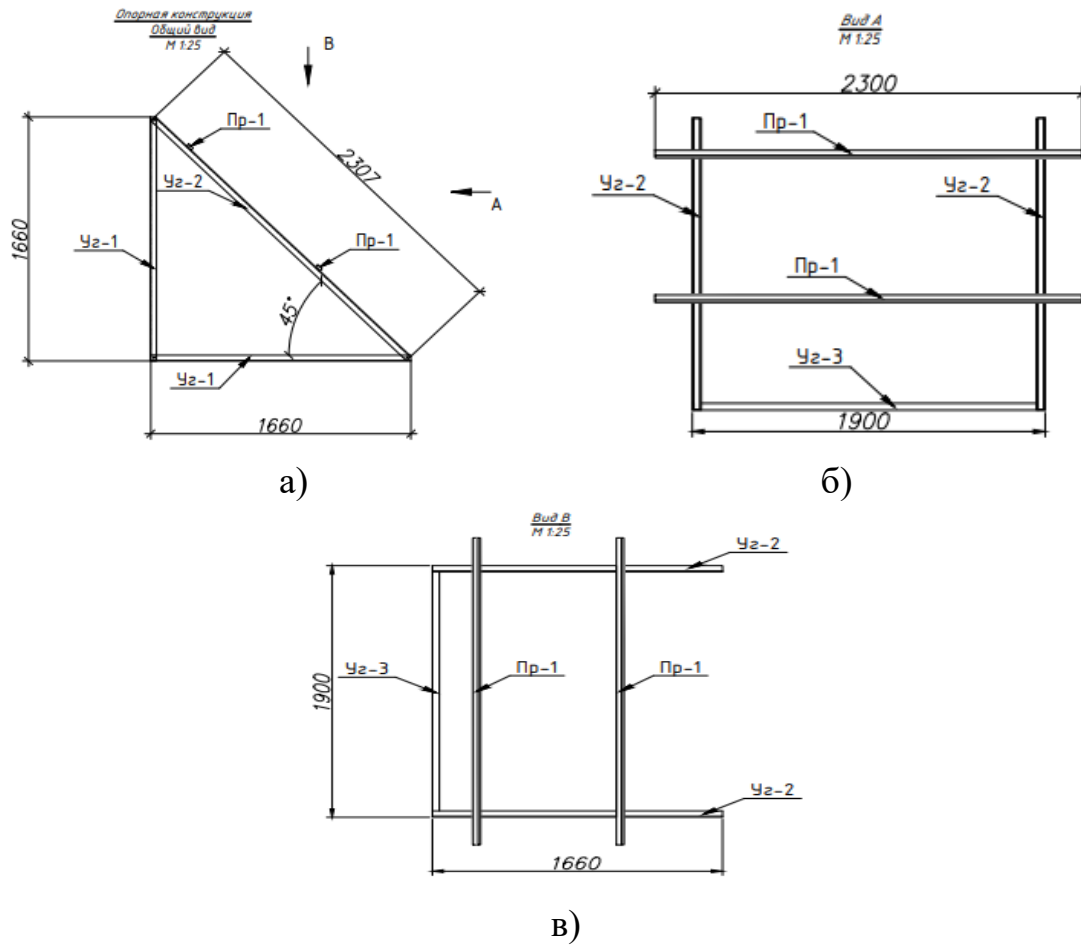


Рисунок 2.2 Конструкция шкафа управления

Таблица 2.1 Материалы для шкафа управления

№	Наименование	Кол-во, шт	Вес, кг
1	Уголок 40х40х4, l=1500мм	4	14, 52
2	Уголок 40х40х4, l=800мм	6	11, 616
3	Уголок 40х40х4, l=350мм	6	5,08
4	Стальная полоса 40х4, l=800мм	2	2,01
	Метизы		
1	Болт М10*30	28	
2	Гайка М10	28	

Для установки солнечных панелей мы разработали металлическую опорную конструкцию, состоящую из 7 металлических уголков и 2 металлических прямоугольных профильных труб. На рисунке 2.3 показана опорная конструкция, и в таблице 2.2 представлены материалы для нее.



а) вид сбоку; б) вид спереди; в) вид сверху.

Рисунок 2.3 - Опорная конструкция под солнечные панели

Таблица 2.2 - Материалы для опорной конструкции

Поз	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Масса, ед., кг	Общая Масса, кг	Примечание
<i>Опорная конструкция под солнечные панели</i>							
Уг-1	ГОСТ 8509-93	Уголок ГК равно полочный 40x40x4	шт.	4	4,02	16,08	L=1660м м.
Уг-2	ГОСТ 8509-93	Уголок ГК равно полочный 40x40x4	шт.	2	5,58	11,16	L=2307м м.
Уг-3	ГОСТ 8509-93	Уголок ГК равно полочный 40x40x4	шт.	1	4,6	4,6	L=1900м м.
Пр-1	ГОСТ 8645-68	Труба профильная прямоугольная 40x20x2	шт.	2	3,91	7,82	L=2300м м.
<i>Метизы</i>			ком.				
Болт Г-1		Болты с шестигранной головкой класса точности В / М10*40	шт.	12			
Гайка		Гайка шестигранная класса точности В / М10	шт.	12			
Шайба		Шайба класса точности А / М10	шт.	12			

## 2.2 Разработанная солнечной электростанция на 3 кВт

Созданная нами СЭС состоит из:

- 1) 6 солнечных панелей, мощность каждой панели 0,5 кВт, что вместе дает нам 3 кВт;
- 2) 1 гибридного инвертора;
- 3) 8 аккумуляторных батарей;
- 4) блока защитных аппаратов;
- 5) бойлера;



Рисунок 2.4 - Солнечные панели на 3 кВт

### *Описание*

Солнечные панели - это устройства, которые используют солнечную энергию для производства электричества. Они состоят из фотоэлектрических солнечных элементов, которые преобразуют солнечный свет в электрическую энергию. Солнечные панели часто устанавливаются на крышах зданий или на открытых площадках для получения энергии от солнца. Это экологически чистый и эффективный способ генерации электроэнергии. На рисунке 2.4 показаны солнечные панели для нашей электростанции.

В нашей дипломной работе мы выбрали солнечные панели компании «Risen» марки RSM110-8-550M — солнечная панель толщиной 35 мм, шириной 1096 мм и высотой 2384 мм. Состоят из 110 монокристаллических кремниевых резаных с двенадцатью токопроводящими струнами. С тыльной стороны кремниевые пластины покрыты слоем диэлектрика. Контакт с металлической подложкой производится через миниатюрные отверстия. Сверху фотоэлементы защищены закаленным прозрачным стеклом с низким содержанием железа. Конструкция помещена в легкую алюминиевую раму, абсолютно герметична, выдерживает ветровое и снежное нагрузка до 2400 Па и 5400 Па соответственно. В таблице 2.3 представлены технические характеристики солнечных панелей.

Таблица 2.3 - Технические характеристики солнечных панелей

Характеристики	Показатели
Вес	29 кг
Ширина	1096 мм
Длина	2384 мм
Толщина	35 мм
Производитель	Risen
Макс. Рабочая температура	85°C
Страна производитель	Китай
Напряжение	38.02 В
Мин. Рабочая температура	-40°C
Мощность	550 Вт
Напряжение холостого тока	35.36 В
Тип панели	Монокристаллическая
Кол. Элементов	110 шт
КПД	20.9 %
Напряжение при макс. Мощности	31.66 В
Ток при макс. Мощности	17.22 А
Ток короткого замыкания	17.22 А
Темп. Коэф напряжения	-0.25 %/°C
Темп. Коэф мощности	-0.34 %/°C
Темп. Коэф тока	-0.04 %/°C





Рисунок 2.5 - Шкаф управления

#### *Описание*

Шкаф управления – это специальное техническое устройство, предназначенное для размещения и защиты электрооборудования, а также обеспечивающее удобный доступ к управляющим и контрольным элементам. Шкафы управления используются в различных отраслях промышленности, автоматизации, энергетики и других областях, где необходимо обеспечить надежное и безопасное функционирование электрооборудования. На рисунке 2.5 показан шкаф управления нашей системы.

Шкафы управления бывают различных видов и типов в зависимости от специфики применения и требований заказчика. Они могут быть изготовлены из различных материалов, таких как металл, пластик или специальные сплавы. Внутри шкафа управления находится оборудование для электропитания, автоматизации и управления процессами, а также системы безопасности и защиты от перегрузок и короткого замыкания.

Шкафы управления играют важную роль в обеспечении эффективной работы промышленного оборудования, систем автоматизации и управления производственными процессами. Они обеспечивают не только надежное электропитание и защиту от перегрузок, но и удобный доступ к управляющим элементам, что облегчает обслуживание и эксплуатацию оборудования.



Рисунок 2.6 – Гибридный инвертор

### *Описание*

Гибридные солнечные инверторы - это устройства, которые объединяют в себе функции солнечного инвертора (преобразует постоянный ток, полученный от солнечных панелей, в переменный ток для использования в электрической сети) и хардварного оборудования для хранения энергии (например, батарей). На рисунке 2.6 показан гибридный инвертор находящийся в шкафу управления.

Такие инверторы позволяют использовать солнечную энергию для электроснабжения дома или предприятия, а также для зарядки батарей, которые могут быть использованы в случае отключения электроснабжения. Гибридные солнечные инверторы обычно имеют дополнительные функции управления и мониторинга, что позволяет оптимизировать потребление энергии и увеличить эффективность системы. В таблице 2.4 представлены технические характеристики инвертора.

Таблица 2.4 - Технические характеристики инвертора

Модель	LSW-N3500-24
Емкость	3.5 кВА/3,5 кВт
Параллельные возможности	Нет
Вход	
Номинальное напряжение	230VAC
Допустимый диапазон напряжения	170-280VAC (для персонального компьютера) ; 90-280VAC (для бытовой техники)
Частота	50/60 Гц (автоматическое определение)
Выход	
Номинальное напряжение	220/230VAC $\pm$ 5%
Импульсная мощность	7000VA
Частота	50/60 Гц
Форма волны	Чистая синусоида
Время передачи	10 мс (для персонального компьютера) : 20 мс (для бытовой техники)
Пиковая эффективность (от PV до INV)	96%
Максимальная эффективность (от батареи до INV)	93%
Защита от перегрузки	5s $\geq$ нагрузка 150%; Нагрузка 10s $\geq$ 110%-150%
Гребень фактор	2:1
Допустимый коэффициент мощности	0,6-1 (Индуктивная или емкостный сенсорный экран)
Аккумулятор	
Напряжение батареи	24VDC
Плавающее напряжение зарядки	27DC



Продолжение таблицы 2.4.

Защита от перезаряда	33VDC
Метод зарядки	CC/CV
Аккумулятор	
Тип солнечного заряда	MPPT
Макс. Мощность PV Массива	4000 Вт
Макс. PV массив открытого напряжения цепи	500VDC
PV массив MPPT Диапазон напряжения	120VDC ~ 450VDC
Макс. Солнечный входной ток	15А
Макс. Ток солнечного заряда	100А
Максимальный ток зарядки переменного тока	60А
Макс. Ток зарядки	100А
Физический	
Размеры, Д x Ш x В (мм)	448x295x120
Посылка размеры, Д x Ш x В (мм)	560x375x190
Вес нетто (кг)	9
Интерфейс связи	USB/RS232/сухой контакт
Окружающая среда	
Диапазон рабочих температур	-10 °С до 50 °С
Температура хранения	-15 °С до 50 °С
Влажность	От 5% до 95% относительной влажности (без конденсации)



Рисунок 2.7 - Аккумуляторные батареи на 12 В

Свинцово-кислотный аккумулятор CHALLENGER AS12-100A (100 Ач, 12 В) производится для ИБП, систем безопасности, медицинского оборудования, систем связи и альтернативной энергетике. Корпус из ABS пластика герметичен, на крышке предусмотрен клапан избыточного давления. Жидкий электролит удерживается внутри мелкопористых стекловолоконных сепараторов (технология AGM). Срок службы CHALLENGER AS12-100A при правильной эксплуатации достигает 12 лет. Дата производства аккумулятора CHALLENGER AS12-100A указана на крышке в виде символического кода. На рисунке 2.7 показаны аккумуляторные батареи расположенные в шкафу управления, в таблице 2.5 представлены технические характеристики аккумуляторных батарей.

Особенности аккумулятора CHALLENGER AS12-100A

- Низкий саморазряд — менее 3% в месяц;
- Технология AGM (электролит абсорбирован в стекловолоконных сепараторах);
- Корпус из ABS-пластика с регулирующим клапаном;
- Работа в режиме циклического и постоянного заряда;
- Срок службы 5 лет.

Таблица 2.5 - Технические характеристики аккумуляторных батарей

Напряжение	12 В
Емкость	100 Ач
Технология	AGM
Срок службы	12 лет
Тип клеммы	Резьба под болт М8
Тип аккумулятора	Стационарный
Длина	328 мм
Ширина	172 мм
Высота	222 мм
Полная высота	222 мм
Вес	29.5 кг



Рисунок 2.8 - Защитные автоматы линии постоянного напряжения на 25 А

*Описание «1» автомата*

Автоматические выключатели в модульном исполнении (ВА, МСВ)

Назначение

Выключатель автоматический это механический коммутационный аппарат,

способный включать, проводить и отключать токи при нормальном состоянии цепи, а также включать, проводить в течение заданного времени и автоматически отключать токи в указанном аномальном состоянии цепи, таких, как токи короткого замыкания.

Область применения.

Применяется в электрических сетях низкого напряжения, для коммутации и защиты электрических сетей и аппаратов различного назначения.

Принцип действия

Включение-отключение производится рычажком, провода подсоединяются с помощью болтового или винтового соединения. Коммутацию цепи осуществляют подвижный и неподвижный контакты. Подвижный контакт подпружинен, пружина обеспечивает усилие для быстрого расцепления контактов. Механизм расцепления приводится в действие одним из двух расцепителей: тепловым или магнитным.

*Описание «2» автомата*

Устройство защиты от импульсных перенапряжений

DC 2-го типа SUP2H-PV

Устройство защиты от импульсных перенапряжений постоянного тока 2-го типа SUP2H-PV выполнено на базе варистора и предназначено для защиты электрооборудования в фотоэлектрических сетях до 500 В.

УЗИП - это устройство защиты от импульсных перенапряжений и помех, источниками которых являются:

удары молний в систему молниезащиты объекта, воздушную линию электропередач или в солнечные панели (раму солнечных панелей);

удары молний в радиусе нескольких километров вблизи от объекта, на котором используется солнечная электростанция;

электромагнитные помехи, создаваемые промышленными электроустановками и электронными приборами.

УЗИП постоянного тока двухполюсной позволяет защитить чувствительную электронику современных инверторов и контроллеров заряда, не позволяя им выйти из строя.

УЗИП устанавливается параллельно сети постоянного тока. Рекомендуется устанавливать его на обоих концах линии питания постоянного тока (со стороны солнечной панели и со стороны инвертора), особенно если линия проложена снаружи и имеет большую длину (свыше 15 метров).

Высокоэнергетические варисторы оснащены специальными тепловыми разъединителями и индикаторами срабатывания. Также в комплект поставки УЗИП включен сухой контакт для оповещения о срабатывании системы автоматизированного контроля.

### *Описание «3» автомата*

Автоматический выключатель постоянного тока DC Suntime SL7-63 с номинальным постоянным током 25А и номинальным постоянным напряжением 800В применяется для защиты оборудования от перегрузок и короткого замыкания в цепях постоянного тока.

Автомат постоянного тока двухполюсный Suntime SL7N-63 C16/2PI применяется для коммутации цепей постоянного тока в системах резервного питания, в солнечных электростанциях. Использование автоматов переменного тока в сетях с постоянным током недопустимо и опасно. В автоматах DC используется специальная дугогасительная камера для постоянного тока, позволяющая разомкнуть контакт и обеспечить безопасное отключение.



Рисунок 2.9 - Бойлер на 1,5 кВт

Бойлер - это устройство, которое используется для нагрева воды. Он может быть электрическим, газовым или солнечным. Бойлеры используются в домашних условиях для подогрева воды для душа, кухни и отопления помещений. Они также могут быть использованы в промышленности для производства пара или нагрева воды для производственных целей. На рисунке 2.9 показан водонагреватель.

Водонагреватель ARISTON BLU1 R ABS 80 V, накопительный, 1.5кВт, белый – качественный функциональный прибор. Накопительная система держит большой запас воды для нужд всей семьи, за 2 часа 37 минут нагреется 80 литров с температурой 75 °.

Простое механическое управление с удобным переключателем. Эргономичный дизайн и вертикальное крепление на стену занимают минимум пространства. Экономичный расход электроэнергии. Внутреннее покрытие бака – высококачественная сталь.

Для удобства есть встроенный термометр. Высокий класс электрозащиты. Для полной безопасности устройство защитного отключения. Идеальный вариант для помещений с низким потолком. В таблице 2.6 представлены технические характеристики бойлера.

Таблица 2.6 - Технические характеристики бойлер

<i>Режимы и функции</i>	
Особенности	Термометр
Индикация	Включения
Управление	Механическое
<i>Нагревательные элементы</i>	
Количество ТЭНов	1 шт
Электрический нагревательный элемент	ТЭН
<i>Основные характеристики</i>	
Объём бака	80 л
Потребляемая мощность	1.5 кВт
Тип	Электрический, Накопительный
Количество внутренних баков	1
Способ нагрева	Электричество
Напряжение сети	230 В
<i>Монтаж и габариты</i>	
Высота	117.8 см
Ширина	35.3 см
Глубина	38.3 см
Вес	25 кг
Материал корпуса	Металл
Тип крепления	Настенный
Установка	Вертикальная
Подводка	Нижняя

Продолжение таблицы 2.6.

<i>Системы защиты</i>	
Количество анодов	1
Степень защиты от воды	3
Внутреннее покрытие	Эмаль
Защита	От перегрева
Защитный анод	Магниевый
Предохранительный клапан	Да



Рисунок 2.10 - Прожектор

Светодиодный прожектор - это осветительное устройство, которое использует светодиоды для создания яркого освещения. Он обычно применяется для подсветки различных объектов или мест внутри помещений или на улице. Светодиодные прожекторы являются энергоэффективными и долговечными, что делает их популярным выбором для освещения различных мест и событий. Они также обладают различными цветовыми режимами и функциями, что делает их универсальным инструментом освещения. На рисунке 2.10 показан прожектор, в таблице 2.7 представлены технические характеристики прожектора.

Таблица 2.7 - Технические характеристики прожектор

Вх. напряжение	150-250В
Потребляемая защита	300 Вт
Коэффициент мощности	$\text{Cos } \phi \text{ — } \geq 0,90$



Продолжение таблицы 2.7.

Световой поток	37500 лм.
Степень защиты	IP65
Цветовая температура	6500K
Размеры, ДхШхВ	250×600×90мм
Вес	6 кг
CRI	80
Угол рассеивания	100°
Тип крепления	П-образная лира
Корпус	анодированный алюминий
Рассеиватель	ударопрочный поликарбонат
Ресурс работы	40 000 ч
Гарантия	3 года



Рисунок 2.11 – Защитные автоматы линии переменного напряжения на 25

*Описание*

Устройство защитного отключения (УЗО) — это электрическое устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током в случае возникновения утечки тока в электрической сети. УЗО немедленно обнаруживает такие утечки и отключает электрическую цепь, что предотвращает возможные травмы или даже смерть. УЗО является обязательным элементом



электроустановок во многих странах и должно регулярно проверяться на исправность и правильную работу.

Мнемо и электрическая схемы солнечной электростанции показаны на рисунках 2.12 и 2.13.

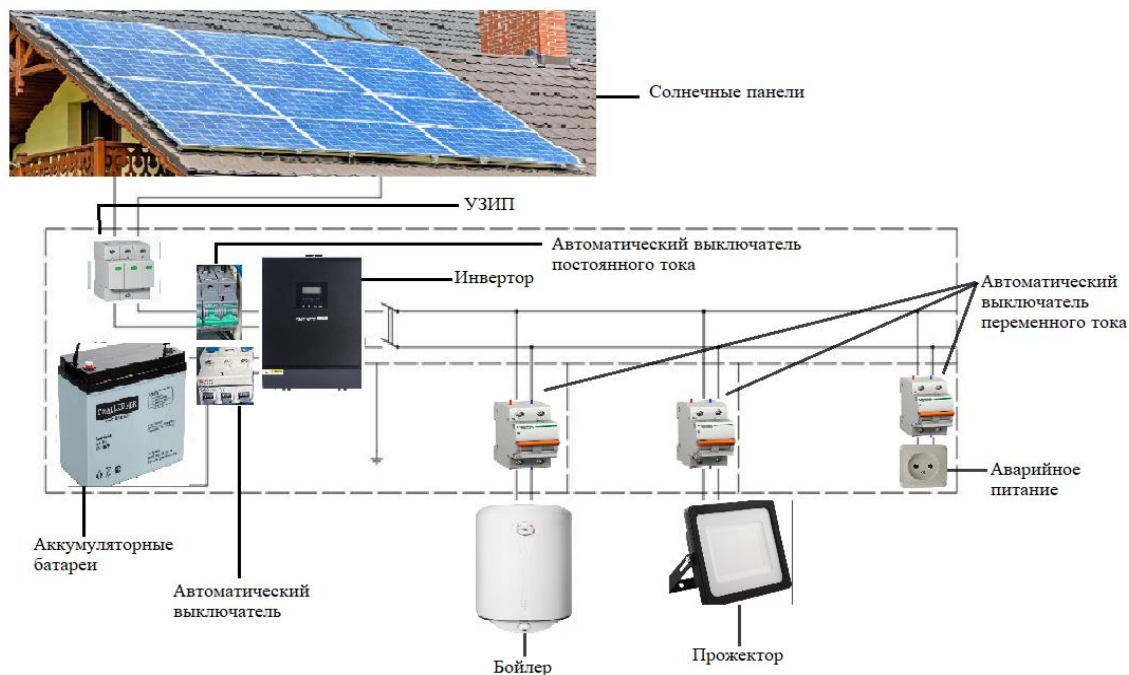


Рисунок 2.12 - Мнемосхема СЭС

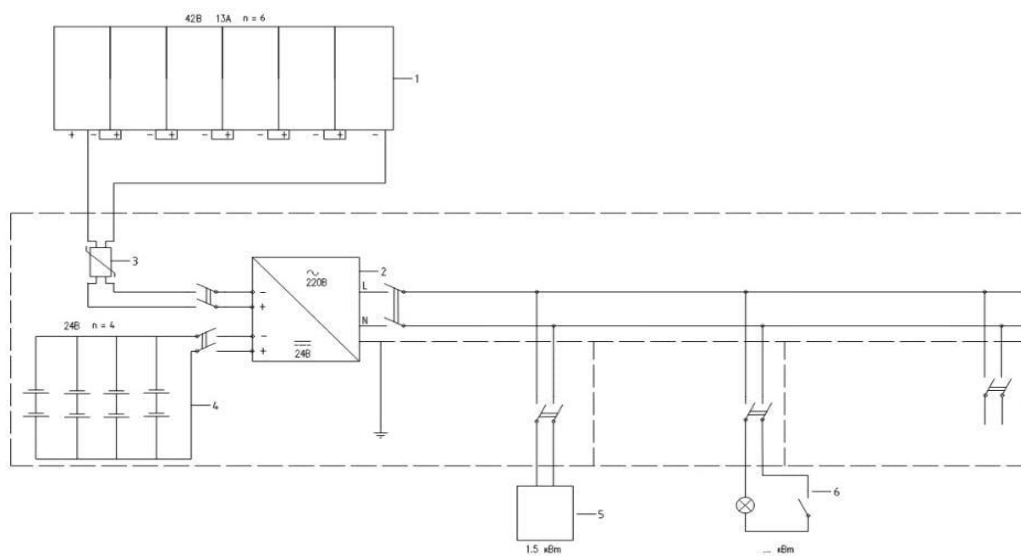


Рисунок 2.13 - Электрическая схема СЭС

### Проектирование СЭС 3 кВт

В качестве технического решения предлагается установка 6 солнечных панелей марки RSM110-8-550M фирмы «Risen» (Китай).

Кроме вышеуказанного оборудования для работы установок необходимо дополнительно установить фундаменты под оборудование, электросиловых кабелей и др.

Все оборудование СЭС предполагается разместить на заднем дворе горно-металлургического корпуса КазННТУ им К.И.Сатпаева. Ориентировочный размер его 20×18 м. Точные размеры определяются после выполнения проекта. Стоимостные показатели затрат на солнечную электростанцию представлены в таблице 2.8.

Ориентировочные этапы и сроки реализации проекта

- 1) Разработка проектной документации – 1 месяц;
- 2) Поставка оборудования – 1 месяц;
- 3) Строительно-монтажные работы – 1 месяц;
- 4) Пусконаладочные работы – 1 месяц.

Таблица 2.8 - Стоимостные показатели

Наименование	Цена, тг
Стоимость основного оборудования	1567690 тг
Стоимость материалов	437072 тг
Стоимость монтажных работ	300000 тг
	2304762 тг

Себестоимость электроэнергии – 19,6 тг./кВт·ч (без учета утилизации тепла) с НДС;

Взяв данные солнечной генерации на 2024 год на город Алматы с учетом расположения солнечной электростанции. Мы рассчитали возможную выработку электроэнергии с учетом размеров наших панелей по месяцам на протяжении года. Данные предоставлены в таблице 2.9 и графике 2.1.

Таблица 2.9 – Количество вырабатываемой электрической энергии в месяц, кВт×ч

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
10	12,61	14,85	17,03	19,34	19,34	19,47	20,33	19,11	14,75	10,3	7,79

Среднегодовая выработка электроэнергии в сутки составила 15,41 кВт×ч.  
Суммарная выработка: 5620,93 кВт×ч

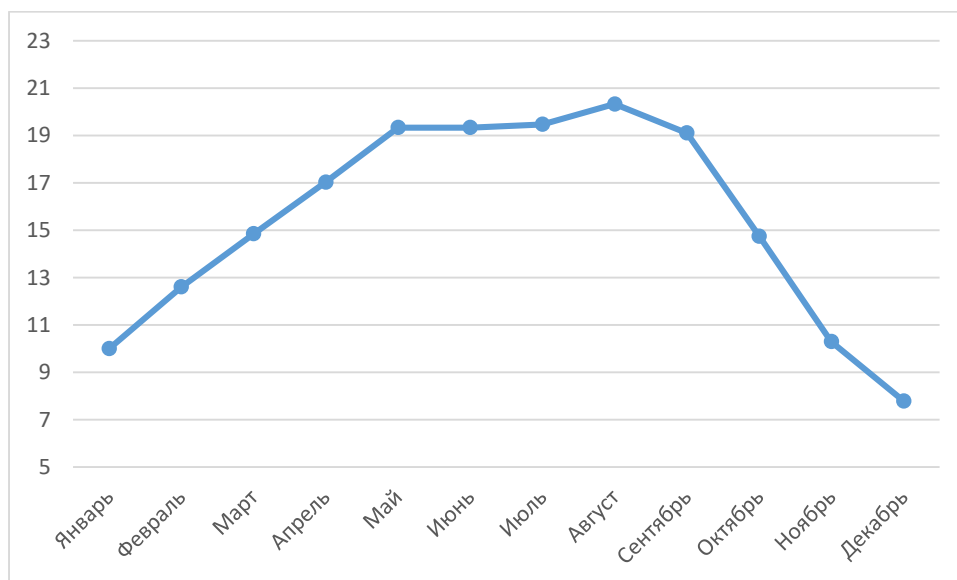


График 2.1 – Возможная выработка электроэнергии по месяцам

Окупаемость солнечной электростанции составляет 6 года, также в течение 10 лет мы заработаем чистой прибылью 1534971 тенге. Получается выгода наших вложений в солнечную электростанцию составляет 66,6%. Данные предоставлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 - Чистая прибыль, а так же срок окупаемости рассчитаны без учета инфляции и деградации солнечных модулей

Стоимость солнечной электростанции	Срок окупаемости солнечной электростанции	Чистая прибыль за 10 лет
2304762 тг	6 года	1534971 тг

Фотоотчет по проведению монтажных работ предоставлен в Приложении в конце документа.

### **3 Анализ работы солнечной электростанции**

В данной части дипломной работы мы приведем графики выработки, солнечной панелью, электрической энергии и проведем диагностику солнечных панелей, инвертора и аккумуляторных батарей. Также стоит учесть расположение панелей, а именно попадание солнечных лучей. В нашем случае 2 из 6 солнечных панелей из за тени деревьев не получает солнечную энергию наравне с остальными панелями, и расположение наших панелей не располагает к полудневной выработке энергии так как панели расположены среди зданий которые препятствуют попаданию солнечных лучей на фотоэлементы панелей.

#### **3.1 Диагностика устройств солнечной электростанции**

В данном пункте будет проведена диагностика солнечных панелей, инвертора и аккумуляторных батарей, представлены вольт-амперные характеристики, и проверка целостности на наличие дефектов.

##### *3.1.1 Диагностика солнечных панелей*

Для диагностики солнечной панели можно выполнить следующие шаги:

- 1) Визуальный осмотр: проверьте состояние поверхности панели на наличие трещин, сколов, пыли или загрязнений, а также осмотрите кабели на предмет повреждений.
- 2) Измерение выходного напряжения: с помощью мультиметра проверьте выходное напряжение солнечной панели для оценки ее работоспособности.
- 3) Проверка подключения: убедитесь, что панель правильно подключена к контроллеру заряда или электрической системе.
- 4) Проверка работы контроллера заряда: если у вас есть контроллер заряда, проверьте его работоспособность и настройки.
- 5) Проверка производительности: если у вас есть возможность, сравните производительность солнечной панели с ожидаемым выходом в зависимости от погодных условий и времени года.

Если после проведения этих шагов все равно возникают проблемы с работой солнечной панели, лучше обратиться к специалисту или производителю для проведения дополнительной диагностики и ремонта. В таблице 3.1, 3.2 представлены вольт-амперные характеристики солнечных панелей в разные дни,

Таблица 3.1 - Вольт-амперная характеристика в облачную погоду

№ панелей	$U_{xx}$ , В	$I_{кз}$ , А	t, °С
1	42,7	8,74	21
2	42,5	8,74	21
3	42,4	8,73	21
4	42,3	8,72	21
5	42	8,7	21
6	41,9	8,69	21

Так как замеры проводились в облачную погоду, солнечные лучи рассеиваются из-за облаков, из-за чего панели не вырабатывают полную мощность, ниже приведем график вольт-амперную характеристику в облачную погоду

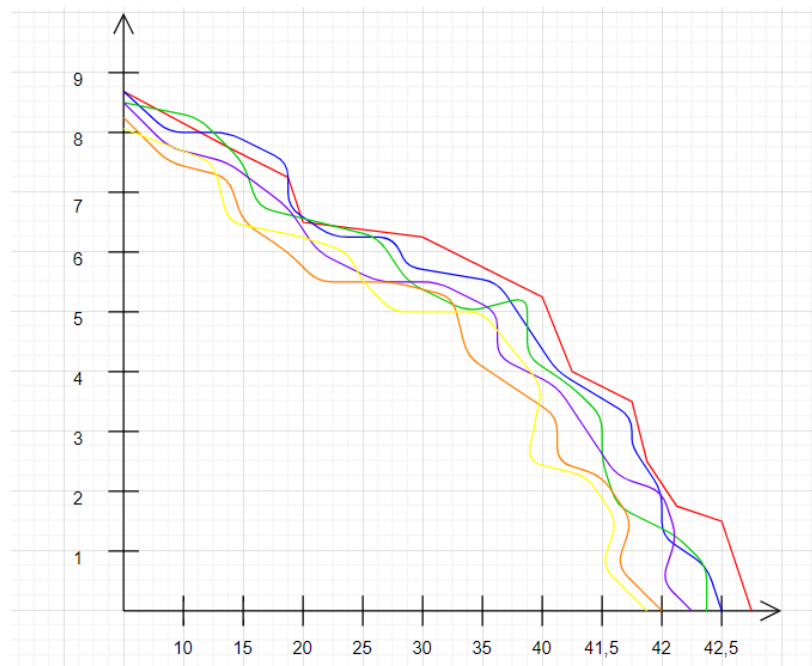


График 3.1 - Вольт-амперная характеристика в облачную погоду.

Таблица 3.2 - Вольт-амперная характеристика в солнечную погоду

№ панелей	U, В	I, А	t, °С
1	48	11,5	26
2	47,3	11,2	26
3	47	11,2	26
4	46,8	10,9	26
5	46,6	10,8	26
6	46,5	10,6	26

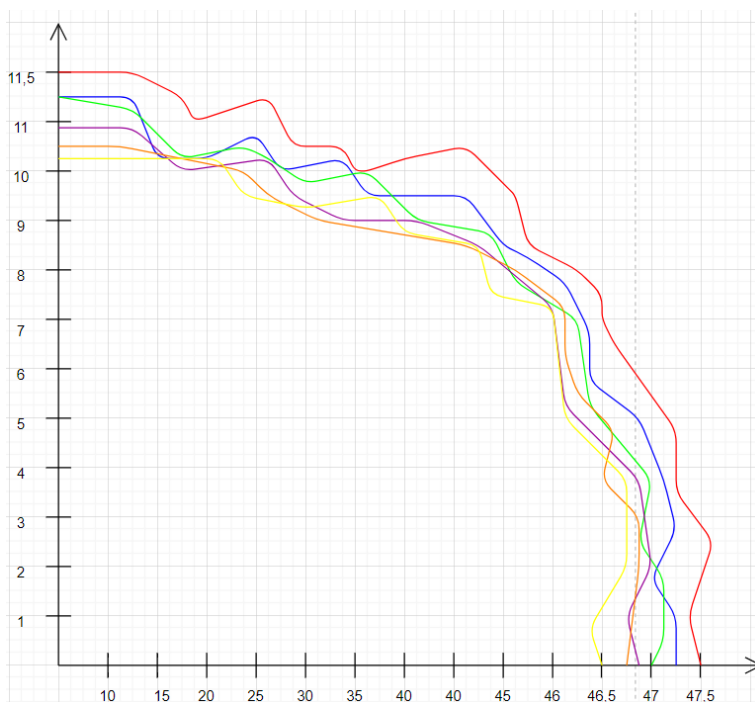


График 3.2 - Вольт-амперная характеристика в солнечную погоду.

### 3.1.2 Диагностика и настройка гибридного инвертора

Диагностика гибридного инвертора - это процесс проверки и определения причин неисправности данного устройства. Для проведения диагностики необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) Проверьте, включен ли инвертор и правильно ли подключен к источнику питания.
- 2) Проверьте состояние исполнительных механизмов, таких как реле или тиристоры.
- 3) Проверьте напряжение на входе и выходе инвертора, чтобы убедиться, что он находится в рабочем состоянии.

4) Проверьте наличие короткого замыкания или перегрузки в цепи инвертора.

5) Проверьте состояние электронных компонентов инвертора, таких как конденсаторы, диоды и транзисторы.

6) Проверьте состояние соединений и контактов внутри инвертора.

Если в процессе диагностики были обнаружены неисправности, следует принять меры по их устранению. В случае, если вы не уверены в своих навыках, лучше обратиться к специалисту или сервисному центру для проведения диагностики и ремонта гибридного инвертора.

Гибридный ИБП (источник бесперебойного питания) – универсальное интеллектуальное оборудование с возможностью настройки режимов зарядки аккумуляторных батарей.

1) Режим сетевого инвертора (Grid-Tie Mode):\*

- Инвертор преобразует энергию, полученную от солнечных панелей, и подает её в сеть. Лишняя энергия может быть продана поставщику электроэнергии.

2) Режим автономного инвертора (Off-Grid Mode):\*

- Инвертор работает независимо от сети, обеспечивая энергоснабжение, используя солнечные панели и аккумуляторы. Этот режим полезен в удалённых местах без доступа к электросети.

3) Гибридный режим (Hybrid Mode):\*

- Инвертор может работать как в сетевом, так и в автономном режимах, в зависимости от доступности энергии и состояния аккумуляторов. При наличии солнечной энергии и зарядке аккумуляторов излишек может отправляться в сеть.

4) Режим резервного питания (Backup Mode):\*

- Инвертор переключается на питание от аккумуляторов при отключении сетевого электроснабжения, обеспечивая непрерывное электроснабжение критически важных нагрузок.

5) \*Режим максимального самообеспечения (Self-Consumption Mode):\*

- Приоритет отдается использованию солнечной энергии для удовлетворения собственных нужд. Излишки могут храниться в аккумуляторах или подаваться в сеть.

6) Режим зарядки аккумуляторов от сети (Grid Charging Mode):\*

- Инвертор заряжает аккумуляторы от сетевого электроснабжения, когда это необходимо, например, ночью или при недостатке солнечной энергии.

Также на панели у гибридного инвертора есть кнопки назначения:

1) Включение/выключение (Power On/Off):

- Эта кнопка используется для включения и выключения инвертора.
- 2) \*Меню (Menu):\*
  - Позволяет войти в меню настроек и управления инвертором.
- 3) Выбор (Select/Enter):
  - Используется для выбора параметра или подтверждения выбранного действия в меню.
- 4) Вверх/вниз (Up/Down):
  - Эти кнопки используются для прокрутки меню или изменения значений параметров.
- 5) Назад (Back/Escape):
  - Позволяет выйти из текущего меню или отменить действие.
- 6) Режим работы (Mode):
  - Эта кнопка может использоваться для переключения между различными режимами работы инвертора.
- 7) Индикационные светодиоды (LED indicators):
  - Обозначают различные состояния инвертора, такие как работа от сети, работа от аккумуляторов, зарядка, ошибка и т.д.
- 8) Статус (Status):
  - Кнопка, которая может показывать текущий статус инвертора или информацию о состоянии системы.
- 9) Настройки (Settings):
  - Позволяет войти в меню настроек для изменения параметров работы инвертора.

### *3.1.3 Диагностика аккумуляторных батарей*

Диагностика аккумуляторных батарей – это процесс проверки технического состояния батареи с целью определения ее работоспособности, емкости и уровня износа.

Для диагностики аккумуляторных батарей применяют различные методы, включая измерение напряжения и сопротивления, проведение разрядно-зарядных циклов, использование специальных приборов и оборудования.

Признаками неисправности аккумуляторной батареи могут быть низкий уровень заряда, быстрое разрядка, короткое время автономной работы, появление пузырьков газа в электролите, повышенная температура и другие аномалии.

Регулярная диагностика аккумуляторных батарей позволяет своевременно выявлять проблемы и предотвращать поломки, увеличивая тем самым срок службы и надежность энергохранилища.

В ходе проверки аккумуляторных батарей на пригодность, а также проверили их напряжение холостого хода



Таблица 3.4 – Вольт-амперная характеристика аккумуляторных батарей

№	$U_{xx}$ , В	$U_n$ , В
1	12,83	12
2	12,83	12
3	12,83	12
4	12,83	12
5	12,83	12
6	12,83	12
7	12,8	12
8	12,86	12

После проверки аккумуляторных батарей, можно сказать, что они готовы к работе.

### 3.2 Выработка и потребление энергии

Ниже будут приведены графики выработки электрической энергии в различные дни и при различных погодных условиях, так же не стоит забывать, что не все панели работают на полную мощность из за не перспективного расположения. Для получения данных мы проводили мониторинг панелей и окружающей среды, фиксировали данные с инвертора относительно выработки энергии за счет панелей и расхода за счет нагрузки, в виде бойлера, а так же записывали данные относительно аккумуляторных батарей. Мониторинг окружающей среды проводился благодаря люксометру и тепловизору, замеряли освещенность на улице, температуру окружающей среды, панелей со стороны фотоэлементов и внутреннюю сторону панелей. И перенесли все данные в таблицу 3.5.

В испытаниях использовались потребители представленные в таблице 3.7. Ниже представлены графики выработки и потребления (3.3, 3.6), также освещенности (3.4, 3.7) и природных условий (3.5, 3.8). Также приведены графики испытания при максимальной нагрузке (3.9, 3.10, 3.11).

Таблица 3.5 – Данные выработки и потребления электроэнергии

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Потребляемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %		Температура, °С	
					Окрас									Панель	Панель
28.05	8:20	236	5	2010	1120	Бойлер	40	2	26,8	4860	0	17,5	11,2	17,4	ГМК закрыл все сол.панели
	9:53	270	6	2160	1370	Бойлер	43	2	27,2	66400	0	22,6	39,2	43,5	ГМК закрыл 2 панели
	10:55	204	9	2300	1360	Бойлер	46	2	27,3	74900	0	25,2	39,8	48,8	-
	11:53	263	6	1730	1630	Бойлер	50	7	28,2	77000	0	20,5	41,9	50,3	-
	12:55	261	6	1580	1360	Бойлер	52	2	28,2	79200	0	22,9	49,3	58,1	-
	13:55	262	5	1560	1360	Бойлер	56	2	28,2	70700	0	23,8	40,8	49,2	-
	14:55	253	6	1610	1360	Бойлер	59	2	28,2	54400	0	23,5	34,7	41,5	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %		Температура, °С	
					Октябрь									Панель	Панель
28.05	15:55	230	2	657	1360	Бойлер	59	1	25,1	20700	0	22,8	27,3	33,7	Частичное затемнение из за ГУКа
	16:55	246	1	290	1370	Бойлер	60	0	25,1	11360	0	21,6	21,6	26,9	Полное затемнение из за ГУКа
29.05	10:04	260	1	311	1360	Бойлер	60	46	24,9	68500	0	21,1	37,7	48,1	ГМК закрыл 2 сол.панели
	11:09	233	8	2050	1370	Бойлер	62	18	27,7	66400	0	20,8	39,2	49,5	-
	12:01	258	7	1960	1380	Бойлер	64	15	28,5	68500	0	21,2	39,5	48,1	-
	13:03	258	6	1650	1360	Бойлер	66	5	28,2	75500	0	19,2	45,7	54,6	-
	14:04	230	6	1380	1360	Бойлер	67	0	26,1	45400	10	22,3	36,8	42,3	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %		Температура, °С	
					Окрас									Панс	Панв
29.05	15:04	247	1	370	1360	Бойлер	69	0	27,7	12590	60	21,4	22,9	28,3	-
	16:04	244	2	541	1360	Бойлер	70	0	24,7	21000	30	21,9	29,4	37	Гук закрыл 1 сол.панель
30.05	10:06	171	6	1070	1360	Бойлер	70	0	25	72500	10	20,3	41,8	51,2	ГМК закрыл 1 сол.панель
	11:15	222	10	2150	1360	Бойлер	72	15	26,8	71500	15	21,4	42,9	50,3	-
	12:28	251	8	2120	1360	Бойлер	74	21	28,2	74000	20	21,6	43,8	54,1	-
	13:03	238	2	654	1360	Бойлер	75	30	25,3	19160	60	21,8	30	36,5	-
	14:04	215	5	1210	1360	Бойлер	75	0	25,9	42600	40	24,3	41,6	47,9	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %		Температура, °С	
					Ок									Пан	Пан
30.05	15:04	236	7	1810	1360	Бойлер	78	8	26,5	72200	10	22,8	40,6	44,9	-
	16:04	235	1	331	1360	Бойлер	78	0	25	16900	0	22,3	31,2	39,4	ГУК закрыл 2 сол.панели
	17:05	218	2	183	1360	Бойлер	55	0	24.2	5000	10	21,8	28,5	30,6	ГУК закрыл все сол.панели
31.05	9:36	276	0	213	1360	Бойлер	58	0	24,7	81700	0	22	34,6	42,2	ГМК закрыл 2 сол.панели
	10:45	201	10	2210	1360	Бойлер	60	25	26,6	81500	0	22,5	47,2	54,2	-
	11:45	239	9	2380	1360	Бойлер	62	30	27,1	75000	10	24,5	47,1	56,9	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия					Примечание
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %	Температура, °С		
					Ок								П	П	
31.05	12:50	245	9	2300	1360	Бойлер	64	28	28,2	77400	5	25	49,1	54,6	-
	13:45	247	7	1790	1360	Бойлер	70	9	28,2	81500	5	25,8	49	52	-
	14:45	250	6	1650	1360	Бойлер	71	5	28,2	63000	0	25,3	47,3	53,3	-
	15:45	271	0	187	0	-	71	4	28,2	77400	0	25,1	43,9	52,1	Ремонт в уборной ГМК
3.06	10:10	203	3	1190	1360	Бойлер	71	0	25,6	66300	30	21,8	44,2	51,3	ГМК закрыл 1 сол.панель
	11:10	207	5	1160	1360	Бойлер	71	0	27,4	70500	50	23,7	37,4	49,2	-
	12:10	231	3	1190	1360	Бойлер	71	0	25,5	40900	60	24,5	39,2	45	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия					Примечание
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт			Нагрузка, Вт	Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %	Температура, °С		
					Окс								Панс	Панв	
3.06	13:05	248	5	1680	1360	Бойлер	71	0	25,4	27000	60	23,8	33,8	40,2	-
	14:05	232	2	539	1360	Бойлер	71	0	24,9	18500	70	26,3	31,7	35,2	Сильная облачность
	15:05	234	1	427	1360	Бойлер	71	0	24,6	16530	80	23,6	30	34,5	Сильная облачность
	16:05	227	1	398	1360	Бойлер	71	0	25,1	13700	90	22,9	28,6	32,2	Сильная облачность
4.06	10:08	257	0	210	1360	Бойлер	71	0	24,3	72000	0	19,8	43	50,6	ГМК закрыл 1 сол.панель
	11:03	228	10	2370	1360	Бойлер	71	30	26,9	75100	0	19,6	45,7	48,6	-
	12:03	245	9	2400	1360	Бойлер	74	30	27,4	83200	0	22,7	43,6	53,2	-

Продолжение таблицы 3.5

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт	Нагрузка, Вт		Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %	Температура, °С			
												О кр с		Па н с	Па н в
4. 06	13: 04	242	10	2400	1360	Бойлер	73	30	28	75200	0	22 ,5	47 ,6	52 ,9	-
	14: 09	256	7	1800	1360	Бойлер	74	11	28,2	71000	0	25 ,2	42 ,3	50 ,1	-
	15: 05	232	2	539	1360	Бойлер	71	0	24,9	18500	70	26 ,3	31 ,7	35 ,2	-
	16: 05	234	1	427	1360	Бойлер	71	0	24,6	16530	80	23 ,6	30	34 ,5	-



Таблица 3.6 Испытание системы при максимальной нагрузке

Дата	Время	Выработанная электроэнергия			Расходуемая электроэнергия	Примечание (вид нагрузки)	Состояние АКБ			Природные условия			Примечание		
		Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт	Нагрузка, Вт		Уровень зарядки, %	Ток зарядки, А	Напряжение зарядки, В	Освещенность, лк	Облачность, %	Температура, °С			
												Ок р с		П а н с	П а н в
4.06	12:43	222	11	2630	1580	Бойлер+освещение	73	30	28	75200	0	22,5	47,6	52,9	-
	12:46	224	11	2630	3000	Бойлер+освещение+чайник	71	0	26	75200	0	22,5	47,6	52,9	-
	12:51	222	11	2630	1580	Бойлер+освещение	71	25	28	75200	0	22,5	47,7	53	Чайник нагрел воду и отключился

Таблица 3.7 Потребители

Потребители	Потребление, Вт
Бойлер	1360
Освещение	225
Чайник	1415
	3000

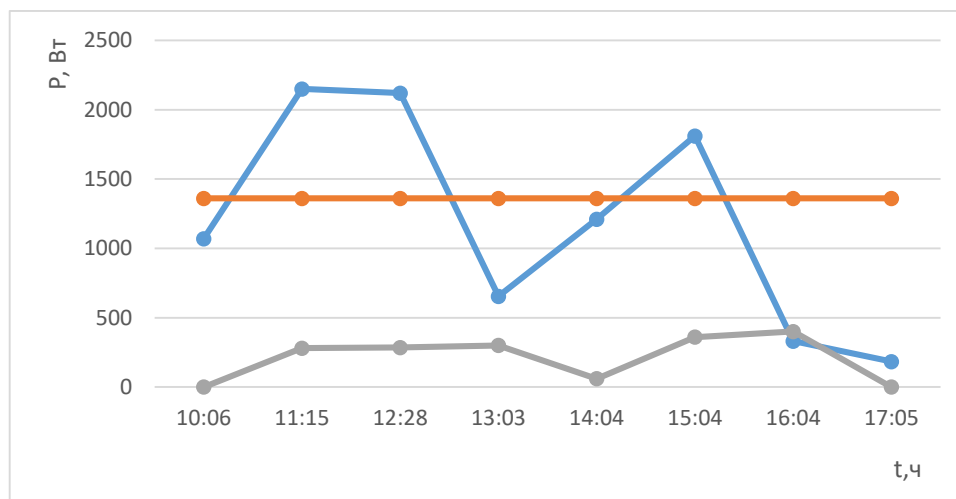


График 3.3 - Выработки и потребления электроэнергии 30 мая 2024 года

В графике 3.3 синим показана выработка электроэнергии, оранжевым – нагрузка, серым – мощность заряда аккумуляторных батарей.

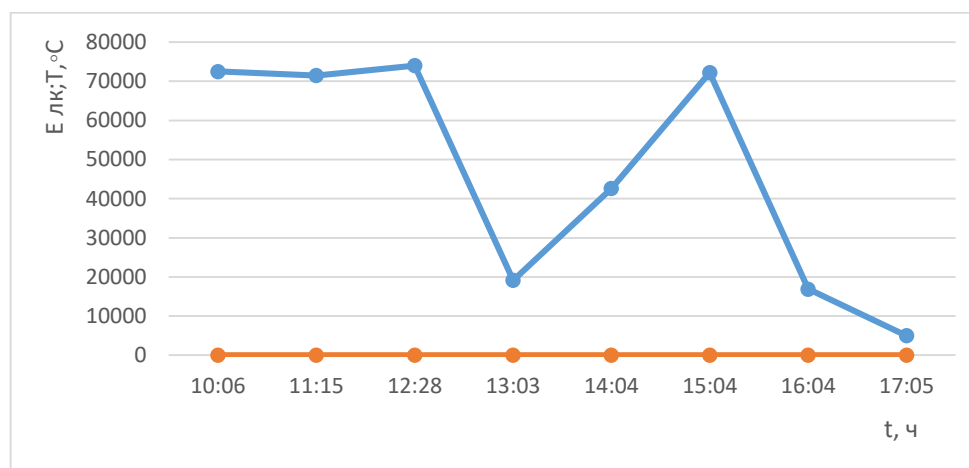


График 3.4 – Показания освещенности

В графике 3.4 синим показана солнечная радиация.

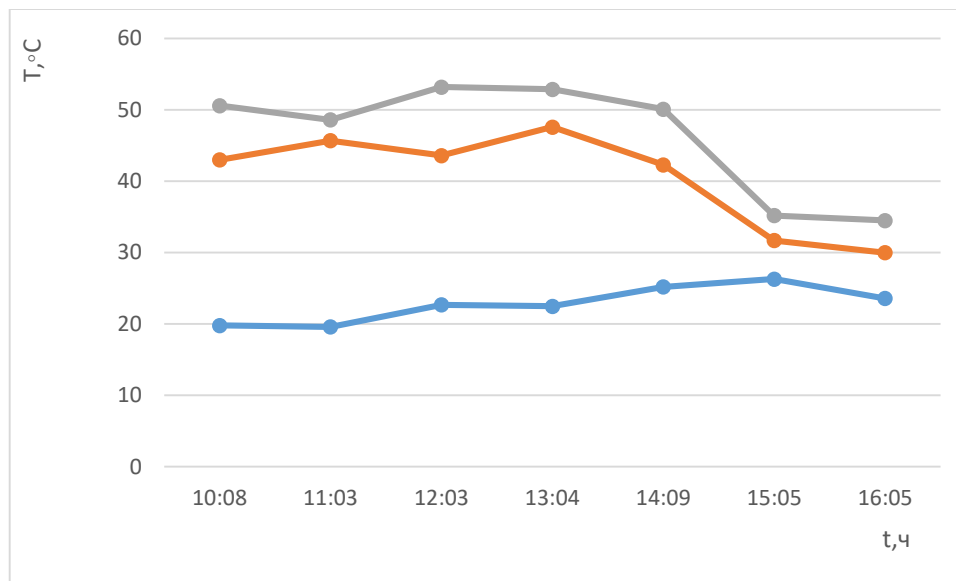


График 3.5 - Изменение температуры в течение дня

В графике 3.5 синим показана температура окружающей среды, оранжевым – температура панелей с внешней стороны, серым – температура панелей с внутренней стороны.

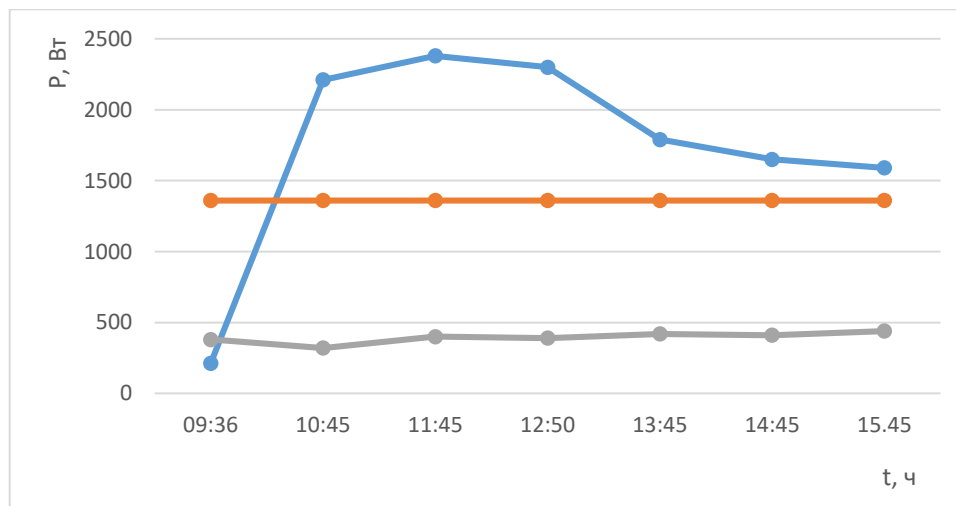


График 3.6 - Выработки и потребления электроэнергии 31 мая 2024 года

В графике 3.6 синим показана выработка электроэнергии, оранжевым – нагрузка, серым – мощность заряда аккумуляторных батарей.

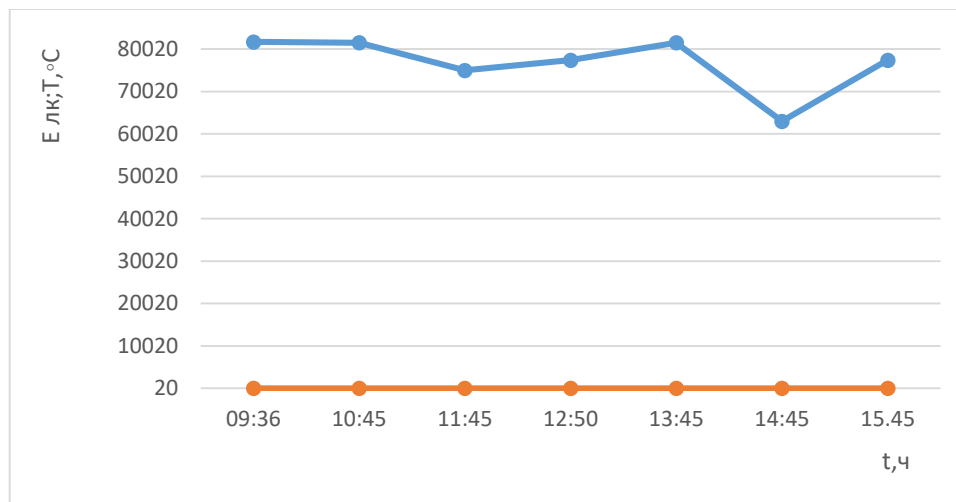


График 3.7 – Показания освещенности в течение дня

В графике 3.7 синим показана солнечная радиация.

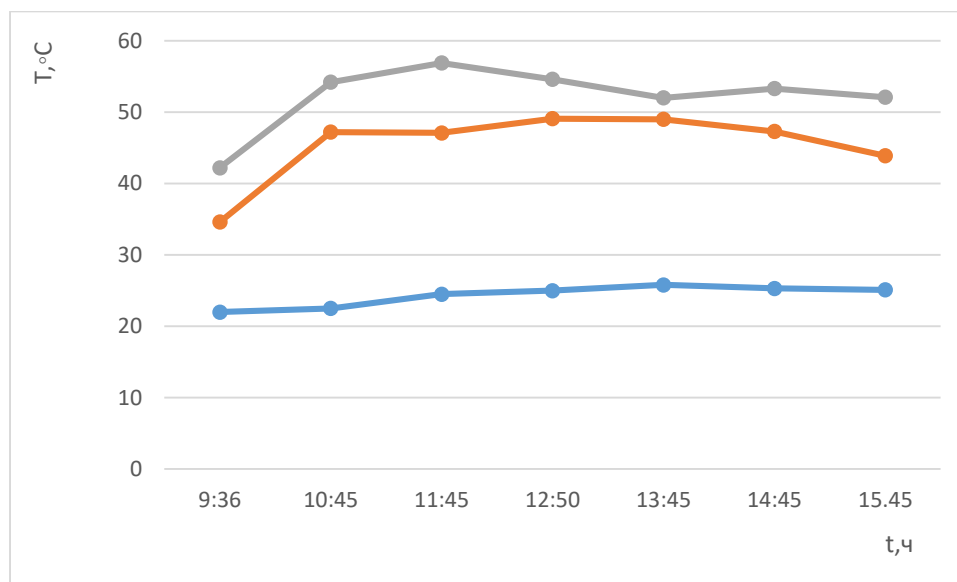


График 3.8 - Изменение температуры в течение дня

В графике 3.5 синим показана температура окружающей среды, оранжевым – температура панелей с внешней стороны, серым – температура панелей с внутренней стороны.

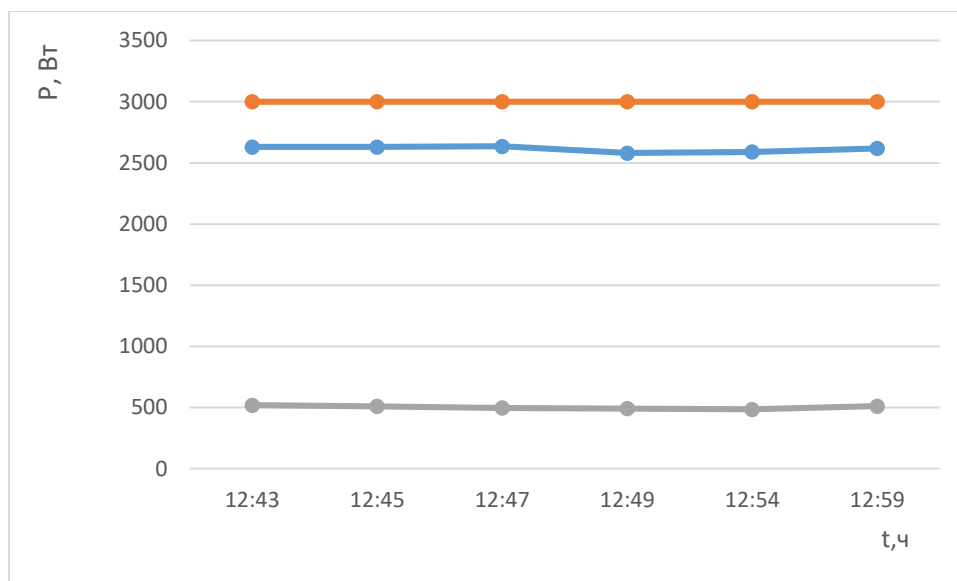


График 3.9 - Выработки и потребления электроэнергии при максимальной нагрузке

В графике 3.9 синим показана выработка электроэнергии, оранжевым – нагрузка, серым – мощность заряда аккумуляторных батарей.

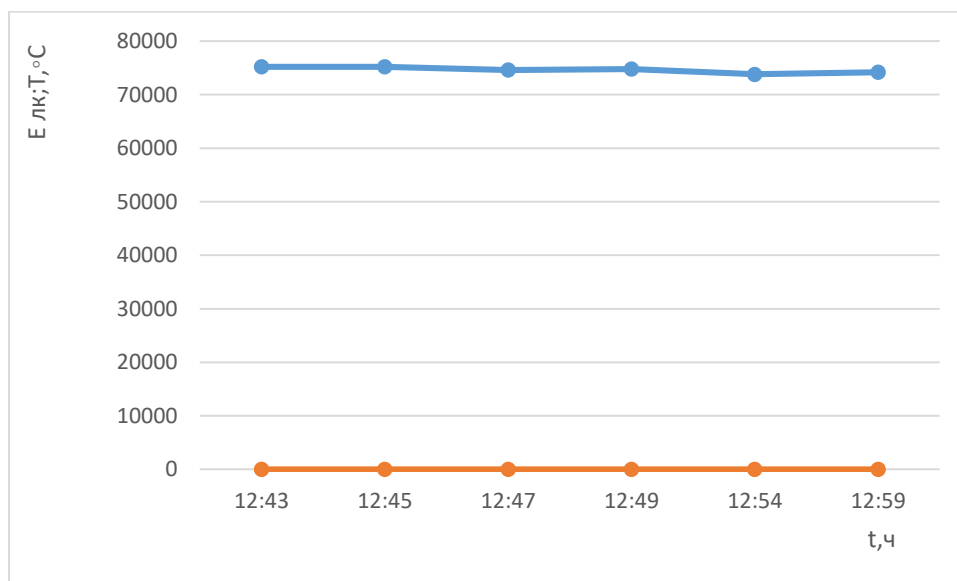


График 3.10 – Показания освещенности во время испытания

В графике 3.10 синим показана солнечная радиация.

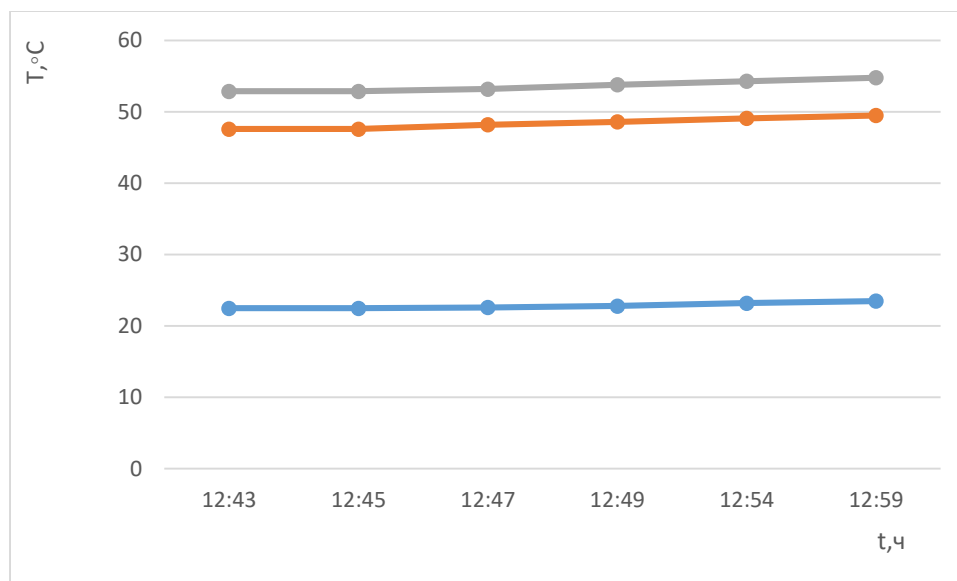


График 3.11 – Изменение температуры во время испытания

В графике 3.5 синим показана температура окружающей среды, оранжевым – температура панелей с внешней стороны, серым – температура панелей с внутренней стороны.

В результате испытаний мы выяснили что наша солнечная электростанция может эффективно работать в режиме максимальной нагрузки. Для работы при одновременной максимальной нагрузке, система задействует аккумуляторы в которых заранее накапливалась энергия. Если не нагружать станцию, посторонней нагрузкой, полностью одновременно, то она вполне справляется со снабжением основного направления к которому относятся бойлер, освещение и зарядка аккумуляторных батарей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были проанализированы принципы и преимущества комбинированных систем для выработки тепловой и электрической энергии для маломощных потребителей. Было выявлено, что такие системы представляют собой эффективное и экономически выгодное решение для обеспечения потребностей как в электричестве, так и в тепле.

Использование комбинированных систем позволяет оптимизировать процесс производства энергии, улучшить энергетическую эффективность и снизить затраты на энергоносители. Такие системы могут быть особенно полезны для маломощных потребителей, таких как домашние хозяйства, малые предприятия и отдаленные поселения, где нет централизованных источников энергии.

В ходе дипломной работы, в первом разделе, мы проанализировали несколько вариантов когенеративных систем, и остановились на системе «Солнечная панель и бойлер». Далее во втором разделе, мы провели разработку и монтажные работы солнечной электростанции мощностью 3 кВт, после в третьем разделе нашей дипломной работы мы провели анализ выработки и потребления электростанции, а так же провели испытания, нашей системы, максимальной нагрузкой.

В целом, комбинированные системы для выработки тепловой и электрической энергии представляют собой перспективное направление в области обеспечения энергетических потребностей маломощных потребителей. Их использование может способствовать устойчивому развитию, снижению зависимости от традиционных источников энергии и сокращению выбросов парниковых газов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Матвеев В. Возобновляемые источники энергии. Энергия солнца, биомассы, ветра, воды. Энергетические технологии и установки. Алматы. 2009 г.
- 2 Баймиров М.Е. Комбинированные автономные возобновляемые энергосистемы. Алматы. 2021 г.
- 3 Арутюнян А.А. Основы энергосбережения. Москва. 2007 г.
- 4 Бушуев В.В. Мировая энергетика: состояние, проблемы, перспективы. Москва. 2007 г.
- 5 Низовкин В.М.,Надиров Н.К. Энергоэкологическое будущее цивилизации. Часть 3. Экодома земли. Алматы. 2010 г.
- 6 СТ КазНИТУ-09-2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию текстового и графического материала. Алматы: КазНИТУ, 2023.
- 7 Нестеров Е.Б., Барков В.И., Матвеев В.А. Автономные системы электроснабжения отдаленных фермерских хозяйств на основе фотоэлектрических установок: Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 2005, №7. – С.73-77
- 8 Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б. Метод проектирования ветрофотоэлектрических энергоустановок для автономного сельского дома: Техника в сельском хозяйстве,2004, №3. – С.20-22
- 9 Чокин Ш.Ч., Сюндуков Р.Х. Энергетика сельского хозяйства Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 239 с
- 10 Варфоломеев Ю.М. Отопление и тепловые сети: Учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 480 с.
- 11 Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения. – М.: Стройиздат, 1992.
- 12 Бутузов В. Солнечное теплоснабжение в России. Проектирование, строительство, эксплуатация. Lambert Academic Publishing. Saarbrucken. Германия. 2012.
- 13 Кашкаров А.П. Автономное электроснабжение частного дома своими руками. 2015.
- 14 Григоращ О.В., Корзенков П.Г. Автономные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии.
- 15 Сафонов А. П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: Учеб. Пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.



Приложение – фотоотчет по монтажным работам





