

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Автономные системы электроснабжения в районах с малыми ветрами

УДК 621.31.031.001.6:620.92:621

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Е	Дермотевосьян Мария Константиновна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Муравлев Игорь Олегович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский Анатолий Григорьевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

Завьялов В.М.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4E	Дермотевосьян Мария Константиновна

Тема работы:

Автономные системы электроснабжения в районах с малыми ветрами

Утверждена приказом директора (дата, номер)

04.02.2016 г. № 764/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Юг Кемеровской области, поселок Шерегеш, данные электрических нагрузок, данные сети местного электроснабжения.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Общие сведения о ветрогенераторах, инверторах, аккумуляторах; Анализ энергетического потенциала возобновляемых источников энергии; Оценка ветрового потенциала; Оценка солнечного потенциала; Расчёт нагрузок; Определение необходимой мощности ветровой станции; Составление энергетического баланса; Сравнение вариантов; Выбор оборудования; Моделирование системы электроснабжения; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.
Перечень графического материала	Однолинейная схема потребителей
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Ассистент кафедры менеджмент – Грахова Елена Александровна
«Социальная ответственность»	Доцент кафедры ЭБЖ – Дашковский Анатолий Григорьевич
«Раздел на немецком языке»	Профессор кафедры ИЯЭИ – Кобенко Юрий Викторович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Das Auslesen Betriebsanlagen	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Муравлев Игорь Олегович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4E	Дермотевосьян Мария Константиновна		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	<i>Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.</i>
P2	<i>Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.</i>
P3	<i>Использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.</i>
P4	<i>Использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	<i>Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.</i>
P6	<i>Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.</i>
P7	<i>Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.</i>
P8	<i>Проводить инновационные инженерные исследования в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.</i>
P9	<i>Проводить технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P10	Проводить <i>монтажные, регулировочные, испытательные,</i> наладочные работы электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	<i>Осваивать новое</i> электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	Разрабатывать рабочую <i>проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять <i>оперативную документацию,</i> предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 131 с., 44 рис., 38 табл., 27 источников, 4 прил.

Ключевые слова: скорость ветра, солнечная инсоляция, ветрогенератор, солнечная панель, ветропак, подвесная канатная дорога, имитационная модель, график нагрузки, энергетический баланс.

Объектом исследования являются возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце, возможность их использования в системе электроснабжения горнолыжного курорта с помощью существующего энергетического оборудования.

Цель работы – изучение потенциальных источников возобновляемой энергии на юге Кузбасса с целью их дальнейшего использования, а также создание автономной системы электроснабжения на базе возобновляемого источника энергии на территории горнолыжного курорта Шерегеш.

В процессе исследования проводились анализы возобновляемых источников, расчёт энергетических показателей и балансов, подбор оборудования, составление схемы электрического присоединения к существующей системе электроснабжения.

В результате исследования выбран источник возобновляемой энергии, рассчитан его потенциал, рассчитаны количественные характеристики потребителей и генерирующих мощностей.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: ветрогенератор с горизонтальной осью вращения, номинальная мощность ветрогенератора 60 кВт, диаметр ротора 13.5 м, номинальная скорость ветра 7.8 м/с, инвертор сетевого типа, номинальная мощность 250 кВт, потребляемая мощность основного потребителя 164 кВт.

Область применения: возобновляемая энергетика.

Результаты полученные в проекте, могут быть использованы при разработке проектов по возобновляемой энергетике в данном районе.

Полученные сведения по энергетическим характеристикам возобновляемых источников могут быть включены в систему автоматизированного проектирования.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПКД – подвесная канатная дорога;

ЭС – экономическая стратегия;

САПР – система автоматизированного проектирования;

ВИЭ – возобновляемый источник энергии;

NASA – Национальное Управления по Воздухоплаванию и Исследованию
Космического Пространства;

ФЭУ – фотоэлектрическая установка;

ПС – подстанция;

ОПУ – общеподстанционный пункт управления;

АВР – автомат автоматического включения резерва;

АКБ – аккумуляторная батарея.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	11
1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	13
1.1 Общие географические и климатические сведения Кемеровской области	13
1.2 Общие географические сведения горнолыжного курорта Шерегеш	20
1.3 Анализ и оценка современного состояния использования возобновляемых источников энергии Кемеровской области	22
2. АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	24
2.1 Определение энергетических характеристик ветра на территории Шерегеша	26
2.1.1 Ветроэнергетический кадастр	28
2.1.2 Среднемесячные и среднегодовые скорости ветра	29
2.1.3 Повторяемость ветра и роза ветров	33
2.2 Определение энергетических характеристик солнца	35
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	43
3.1 Структура действующей системы электроснабжения	43
3.2 Описание потребителей горнолыжного курорта	44
3.3 Выбор оборудования для электростанции	51
3.3.1 Обоснование при выборе оборудования ветровой станции	51
3.3.2 Обоснование при выборе оборудования солнечной станции	55
3.4 Разработка схемы подключения	59
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЭУ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MATLAB	63
4.1 Постановка задачи	63
4.2 Система моделирования SimPowerSystems	63
4.3. Моделирование аэродинамической части ветроэнергетической установки в Matlab	63
4.4 Общий вид модели	65
4.5 Результаты моделирования системы	70
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	72

5.1	Инициация научного исследования (НТИ)	73
5.2	SWOT-анализ.....	73
5.3	Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	75
5.4	Календарный план проекта	76
5.5	Смета проекта.....	80
5.5.1	Затраты по оплате труда (зарботная плата и отчисления на социальные нужды 30% от ФОТ)	80
5.5.2	Материальные затраты	82
5.5.3	Прочие затраты, амортизация, себестоимость энергии	84
5.5.4	Смета затрат проекта	85
5.6	Определение научно-технической эффективности проекта	86
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	89
6.1	Производственная безопасность.....	90
6.1.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	90
6.1.2	Электромагнитные поля	90
6.1.3	Шум.....	91
6.1.4	Микроклимат	94
6.1.5	Освещение	95
6.2	Электробезопасность	97
6.3	Охрана окружающей среды	99
6.4	Защита в чрезвычайных ситуациях:	100
6.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	101
	Заключение.....	105
	Список использованных источников.....	106
	Приложение А.....	12109
	Приложение Б	121
	Приложение В	122
	Приложение Г	1227

Введение

Согласно Экономической Стратегии Российской Федерации до 2030 года, одними из основных её задач является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора, а так же развитие возобновляемых источников энергии с целью уменьшения пагубного влияния на окружающую среду.

Кемеровская область – самая густонаселённая область в Сибири с огромными запасами ископаемого топлива и развитой промышленностью. Большие запасы топлива, его повсеместное использование и низкая стоимость стали основными факторами отсутствия альтернативной энергетики.

В результате повсеместного использованию ископаемого топлива, под угрозой оказался национальный парк Горная Шория входящий в 200-ку регионов мира, имеющих глобальное экологическое и рекреационное значение.

Целью данной научно исследовательской работы является изучение потенциальных источников возобновляемой энергии на юге Кузбасса с целью их дальнейшего использования, а также создание системы электроснабжения на базе возобновляемого источника энергии на территории горнолыжного курорта Шерегеш.

Объектами исследования являются возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце. И возможность их использования в системе электроснабжения горнолыжного курорта с помощью существующего энергетического оборудования.

Предметом исследования является разработка системы электроснабжения горнолыжного курорта.

В ходе выполнения работы были проанализированы массивы данных NASA. Получены численные значения потенциала рассматриваемых источников возобновляемой энергии. Произведён выбор энергетического оборудования. На основании энергетических и экономических показателей выбран наиболее эффективный источник энергии. Разработана схема электрического присоединения к существующей системе энергоснабжения.

Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании реального энергетического объекта в данном регионе, при капитальном строительстве, а так же внедрены в систему автоматизированного проектирования (САПР).

1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

1.1 Общие географические и климатические сведения Кемеровской области

Кемеровская область (совпадает с большей частью территории Кузбасса - Кузнецкого угольного бассейна) – субъект Российской Федерации, входит в состав Сибирского федерального округа.

Кемеровская область располагается на юго-востоке Западно-Сибирской равнины и северных отрогах Алтайских гор между географическими координатами 52 – 57° северной широты и 85 – 90° восточной долготы. Площадь области — 95 725 км²; по этому показателю область занимает 34-е место в стране. Протяжённость области с севера на юг почти 500 км, с запада на восток — 300 км. Граничит на северо-востоке и севере с Томской областью, на северо-востоке — с Красноярским краем, на востоке — с Республикой Хакасия, на юге — с Республикой Алтай, на юго-западе — с Алтайским краем, на северо-западе — с Новосибирской областью. Большую часть Кузбасса, западную и северо-восточную часть, занимает равнина. Западная часть области представлена межгорной впадиной - Кузнецкая котловина, северо-восточная и северная части равнины – Мариинско-Ачинская лесостепь. Покрытые лесами горные системы Салаирского кряжа, Горной Шории и Кузнецкого Алатау с запада, юга и востока обрамляют остепненную Кузнецкую котловину.

Для второй части территории Кемеровской области характерен горный рельеф. Таким образом, территория региона представлена двумя классами ландшафта: равнинным и горным. Типы почв и классы растительных формаций представлены таёжными, лесостепными и степными ландшафтами.

Салаирский кряж – это платообразная возвышенность в Кемеровской, Новосибирской областях и в Алтайском крае. Ограничивает Кузнецкую котловину с запада. Протяжённость плато с юга на север около 300 км, ширина 15 - 40 км. Салаирский кряж сложен кристаллическими известняками,

песчаниками, туфами, гранитами, и отличается богатыми месторождениями полиметаллических руд.

На востоке Кемеровской области расположена горная система Кузнецкий Алатау. Данная горная система состоит из собственно Кузнецкого Алатау и Абаканского начинающегося в Республике Алтай от Телецкого озера. Протяженность центрального хребта более 500 километров. Северные и частично восточные склоны которого постепенно переходят в Западно-Сибирскую равнину.

На юге Салаирский кряж сближается с Кузнецким Алатау, образуя район Горной Шории. Южная часть Кемеровской области - Горная Шория - обширная территория средневысоких гор с отдельными вершинами (Мустаг – 1560 м, Патын – 1620 м над уровнем моря). В рельефе Горной Шории наблюдается сочетание северных отрогов Алтая и юго-западных отрогов Абаканского кряжа.

Центральная часть области расположена в Кузнецкой котловине, вытянутой в северо-западном направлении и с трех сторон охваченной горами: с запада - Салаирским кряжем, с юга - Абаканским хребтом, с востока – Кузнецким Алатау [1].

Физическая карта Кемеровской области представлена на рисунке 1.

Климат Кемеровской области определяется в первую очередь её расположением в центре Азиатской части материка, а именно отдалённостью Кузбасса от морей Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Так же, влияние на климат оказывает и незащищённость региона с северного и северо-восточного направления от холодных арктических воздушных течений. Климат области резко континентальный. Холодная и долгая зима сменяются коротким, но жарким летом.

Расположение горных хребтов также влияют на климатические особенности. Различная высота гор (вертикальная зональность), направление и склоны гор оказывают различные влияния на климат региона и создают свой микроклимат. Например, в Горах Кузнецкого Алатау лето наступает позже, чем на равнине – и заканчивается раньше.

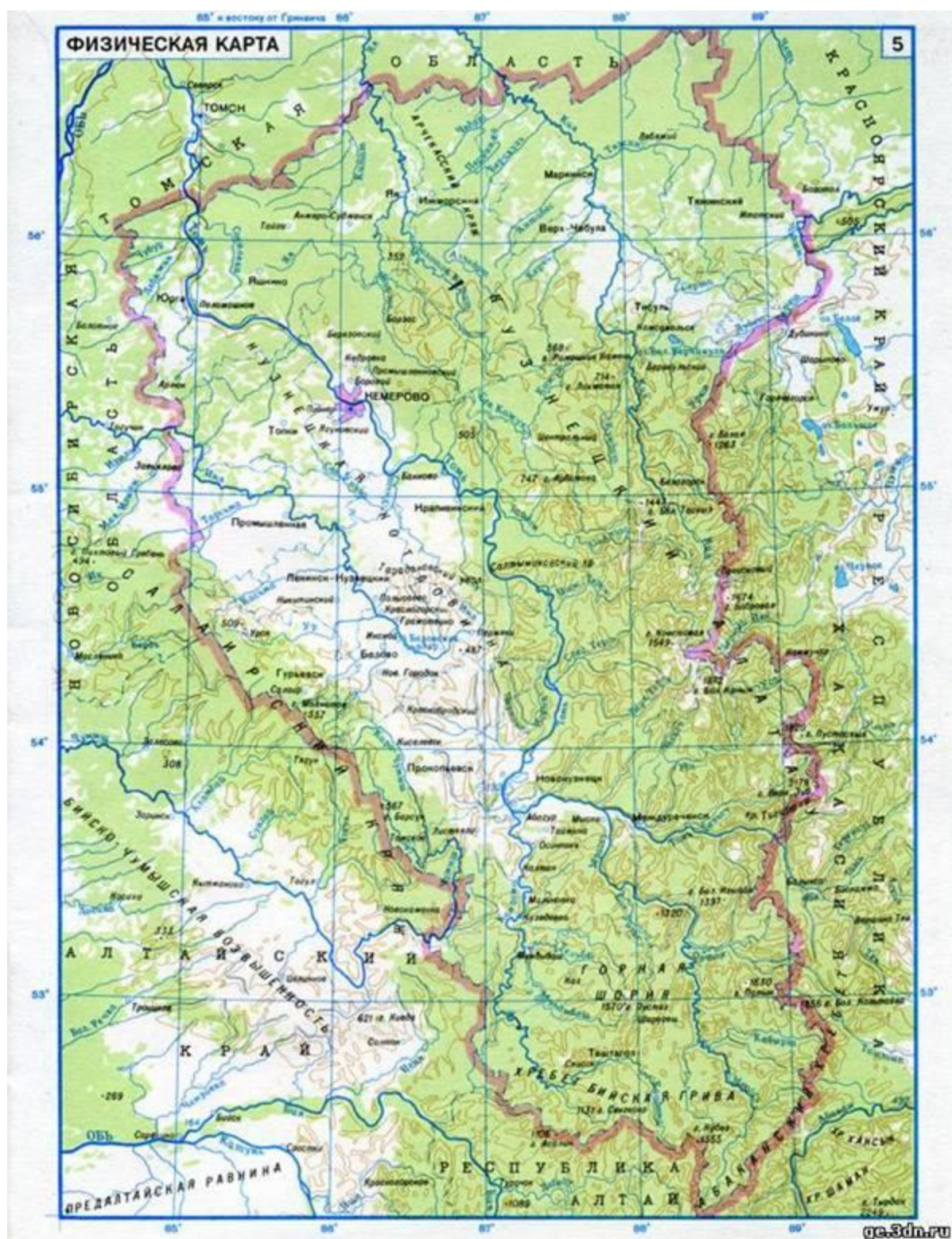


Рисунок 1 – Физическая карта Кемеровской области

Сильное влияние на микроклимат оказывает лес. Над лесом осадков выпадает больше, чем над степью. Лес ослабляет действие ветра, повышает влажность воздуха. Также воздействие на климат Кемеровской области оказывает различное строения рельефа. Из-за наличия явлений высотной

климатической зональности горных областей и образования микроклиматических зон на территории области.

Наличие инверсионных процессов в горных системах повышаются температуры воздуха в зимний период, и увеличивается безморозный период в предгорьях и температура летом ниже чем в прилегающих равнинах. Доказательствами этому служит наличие многолетних снежников, ранее установление снежного покрова и более позднее его таяние в Кузнецком Алатау.

Не менее важную роль в формировании климата Кемеровской области играет неоднородная подстилающая поверхность с имеющимся на нём растительным покровом.

Степень неоднородности рельефа разных территорий вызывает неравномерное распределение осадков и ветров. Наличие лесных массивов способствует повышению количества осадков, смягчению температурного режима, ослаблению силы ветра и т. д.

Под влиянием неоднородности рельефа, различным количеством осадков над территориями происходит постоянное трансформирование воздушных масс, и их свойств. Континентальный умеренный воздух формируется в процессе смешивания холодных арктических воздушных масс и морского умеренного воздуха. Континентальный умеренный воздух создаёт преобладающий тип погоды в Кузбассе, как в зимний период, так и в летний (59 – 62% случаев). Наличие микроклиматических районов в области способствует изменению свойств континентального умеренного воздуха как в межсезонье, так и внутри одного сезона.

Температура воздуха. Главной характерной чертой климата Кемеровской области является его континентальность, которая выражается в резких колебаниях температуры воздуха в зависимости от времени года, в течении месяца и суток. Такие колебания температуры воздуха преобладают в лесостепных и таёжных зонах. В горных районах их интенсивность снижена. В

целом по области, среднегодовая температура лежит в пределах от -1.0 до +1.0 °С.

Наиболее высокие температуры воздуха наблюдаются в летний период от +35 до +38 °С и выше, а самые низкие в зимний на юге области до -52 °С, на севере области до -55 °С. Амплитуда колебания температуры воздуха способна превышать 90 °С в отдельные годы.

Максимальная непрерывная продолжительность периода низких температур (менее -30 °С), опасных с точки зрения эксплуатации ветроэнергетических установок, составляет 260 часов.

Ветровой режим. Из-за особенностей рельефа области и прилегающих областей в Кузбассе преобладают ветра западного и юго-западного направлений. В отдельные сезоны года могут подолгу держаться северные и северо-восточные ветра, приносящие холодный и сухой воздух с Таймырского автономного округа и Республики САХА (Якутия). В эти периоды на территории области наблюдаются самые низкие температуры воздуха за год, особенно в январе из-за Азиатского антициклона. Возможны и длительные похолодания в марте с отсутствием ветра. Этот же антициклон способен приносить холодный воздух в летний период, а в июне и августе даже вызывать заморозки.

Снегопады и похолодания в весенний период (март, апрель) как правило, возникают из-за прихода северо-западных ветров, дующих с Карского моря и западных частей Арктики.

В условиях пересеченной и гористой местности направление ветра у земли зависит от ориентации долин. Одной из основополагающих характеристик ветра является его скорость. Средняя годовая скорость ветра на большинстве станций Кемеровской области на высоте флюгера изменяется от 0.6 до 4.4 м/с (таблица 1). Её изменчивость от года к году небольшая и составляет в среднем 0,4 м/с.

Таблица 1 – Среднемесячная и годовая скорости ветра (м/с) на станциях Кемеровской области

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кемерово	3.0	2.9	2.9	3.3	3.3	2.6	1.9	2.1	2.3	3.1	3.4	3.0	2.8
Киселёвск	3.0	2.9	2.9	3.3	3.4	2.7	2.0	2.2	2.5	3.1	3.3	2.9	2.9
Кондома	0.6	0.8	1.1	1.4	1.5	1.1	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0
Кузедеево	1.7	1.9	2.2	2.6	2.5	1.8	1.3	1.3	1.5	2.2	2.4	1.9	1.9
Мариинск	3.6	3.4	3.5	3.9	3.8	2.8	2.0	2.2	2.6	3.6	4.1	3.7	3.3
Новокузнецк	3.8	3.7	3.7	4.4	4.2	3.3	2.7	2.8	3.1	4.0	4.4	3.9	3.7
Тайга	4.0	3.8	3.7	3.7	3.4	2.8	2.3	2.5	2.8	3.7	4.1	4.0	3.4

На некоторых станциях Кемеровской области форма рельефа способствует увеличению повторяемости больших скоростей ветра, в том числе и ночью, таблица 2. Это могут быть не только повышенные участки, но и хорошо продуваемые долины. Меньшая вероятность застоя воздуха, связанная с увеличением скорости ветра, способствует повышению минимальных температур и увеличению длины безморозного периода. Например, такие станции как: Топки, Центральный Рудник, Кольчугино, Трудоармейская, Киселевск, Новокузнецк.

Таблица 2 – Среднее число дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кемерово	2.5	2.4	2.5	2.0	2.9	1.6	0.5	0.7	1.2	2.8	3.3	3.2	26
Кондома	3.6	2.9	5.0	3.8	5.9	3.2	1.8	1.7	2.8	3.7	5.0	4.6	44
Мариинск	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.9	0.4	0.3	7

Приведенные характеристики ветра относятся к открытой местности на высоте ветроизмерительных устройств 10 – 13 м (флюгера, анеморумбометров) [1].

Географическое положение Кемеровской области, ее протяженность с юга на север обуславливает изменения во времени восхода, захода Солнца и длительности светового дня в течение года (таблица 3). Расположившись в умеренном поясе северного полушария, территория Кузбасса получает большое количество солнечной энергии. На один квадратный сантиметр поверхности,

перпендикулярной солнечным лучам, может приходиться до 100 килокалорий. Поступление солнечного тепла максимально в весенний и летний периоды и достигает 70 процентов от годовой лучистой солнечной радиации, что первостепенно важно для жизни растений этих периодов. Полуденная высота солнца и длительность светового дня определяют интенсивность солнечной радиации, её суточные и месячные суммы.

Таблица 3 - Среднее солнечное время восхода и захода Солнца и продолжительность дня (ч, мин) на 15 число месяца

Широта, ° с.ш.	Время	Месяцы					
		I	II	III	IV	V	VI
60	Восход	849	743	619	445	324	236
	Заход	1529	1645	1759	1915	2028	2124
	Долгота дня	640	902	1140	1430	1704	1848
58	Восход	835	735	618	751	337	256
	Заход	1543	1653	1800	1909	2015	2104
	Долгота дня	708	918	1142	1418	1638	1808
56	Восход	822	729	617	456	349	313
	Заход	1556	1659	1801	1904	2003	2047
	Долгота дня	734	930	1144	1408	1614	1734
Широта, ° с.ш.	Время	Месяцы					
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
60	Восход	302	412	526	638	757	853
	Заход	2110	1958	1824	1654	1531	1457
	Долгота дня	1708	1546	1258	1016	734	604
58	Восход	319	421	528	633	745	840
	Заход	2053	1949	1822	1659	1543	1510
	Долгота дня	1734	1528	1254	1026	758	630
56	Восход	333	429	530	630	736	825
	Заход	2039	1941	1820	1702	1552	1525
	Долгота дня	1706	1512	1250	1032	816	700

Суммарный годовой приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности составляет 2144 МДж/м². Наличие облачности не только снижает поступление прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность, но в то же время увеличивает рассеянную радиацию.

Годовой ход радиационных потоков определяется, главным образом, изменениями высоты Солнца и облачности. Поглощённая радиация является той частью приходящей радиации, которая поглощается земной поверхностью. Её величина зависит от отражённой радиации подстилающей поверхностью. Отражательную способность поверхности характеризует альбедо (отношение отражённой радиации к суммарной, поступающей на земную поверхность). Годовое значение альбедо составляет 34 %. В Кемеровской области с октября по апрель лежит снег.

Благодаря большой отражательной способности снежного покрова в это время отражённая радиация составляет около 70 – 80 % от приходящей 12 суммарной радиации. Весной, с «оголением» почвы, подстилающая поверхность отражает 40 – 50 % радиации, летом – около 20 %. Остальная часть приходящей радиации поглощается. В сумме за год поглощенная радиация составляет 2805 МДж/м², отраженная - 1445 МДж/м². Радиационный баланс в среднем за год в Кемеровской области положителен. Он составляет 1480 МДж/м². Зимой и в ночные часы радиационный баланс может принимать отрицательные значения.

1.2 Общие географические сведения горнолыжного курорта Шерегеш

Горнолыжный курорт Шерегеш, был построен в 1981 году для тренировок профессиональных спортсменов и проведения Спартакиады. На сегодняшний момент Шерегеш является одним из крупнейших горнолыжных курортов России. В рамках федеральной программы развития внутреннего и въездного туризма до 2017 года в горнолыжный комплекс Шерегеш запланированы инвестиции в размере почти семи миллиардов рублей [2].

Горнолыжный комплекс находится на горе Зелёная (1270 м), в Горной Шории, расположенной в Таштагольском районе Кемеровской области. Территориальным и административным центром является город Таштагол –

расстояние, от которого до города Новосибирска составляет – 560 км, до города Кемерово – 400 км, до Новокузнецка – 160 км [3].

Горная Шория выделяется своей значительной высотой и сложно расчлененной поверхностью. В центре территории Горной Шории лежит узкий Шорский хребет с ярко выраженной центральной частью – горой Мустаг (1570 м). Он тянется на протяжении около 100 км, от реки Кондомы на юго-западе до реки Мрассу на северо-востоке, и разделяет Горную Шорию на две различные части — северо-западную и юго-восточную, где находится горнолыжный комплекс.

Рельеф юго-восточной Горной Шории – среднегорный, сильно расчлененный. Здесь выражены линейно вытянутые с севера на юг узкие водораздельные хребты и параллельные им продольные речные долины. Максимальные высоты водоразделов достигают 900 – 1200 м а глубины расчленения превышают 500 м.

Климат находится в очень сильной зависимости от рельефа. В целом климат континентальный (индекс континентальности 57 – 68%). Климат же замкнутых орографических котловин резко континентальный (индекс 71 – 74 %). Для такого климата характерно резкое разграничение холодного и теплого периодов года, значительная суровость продолжительной зимы и довольно высокие температуры короткого лета, большое преобладание летних осадков над зимними. Средняя температура января — 19.4 градуса и абсолютный минимум – 52 градуса. Средняя температура июля плюс 16.1 градуса и максимум температуры плюс 35 градусов. Амплитуда абсолютных температур достигает 87 градусов [4].

1.3 Анализ и оценка современного состояния использования возобновляемых источников энергии Кемеровской области

В XX столетии в орбиту широкого использования вовлечены минерально-сырьевые, биологические и рекреационные ресурсы Горной Шории. Особенно сильному воздействию подверглась северо-западная окраина, тесно связанная с соседним Кузбассом хорошо развитой системой путей сообщения и тесными производственно-технологическими отношениями. В итоге оказались сильно подорванными гидроклиматические, биологические, в первую очередь, лесные, а также почвенные ресурсы [4].

В результате данных движений нарушается целостность уникальной природной системы Горной Шории.

Согласно Экономической Стратегии России до 2030 года, её основополагающей задачей является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов, а так же всего потенциала энергетического сектора.

Существенное значение в ЭС – 2030 отводится развитию использования развивающихся источников возобновляемой энергии и её носителей. Вовлечение таких возобновляемых источников, таких как геотермальная, ветровая, солнечная, биоэнергия и др., в топливно-энергетический комплекс страны позволит значительно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, со стороны предприятий, и сбалансировать энергетический спрос [5].

Из-за большого количества ископаемого топлива и его низкой стоимости в Кемеровской области, долгое время альтернативной энергетики не уделялось достаточное внимание. Использование и внедрение альтернативных источников энергии носило индивидуальный характер. С вступлением ЭС – 2030 в силу положение дел начало постепенно меняться. Начиная с 2011 года, энергетические и коммунальные службы Кузбасса начали постепенное внедрение отдельных солнечных панелей.

Существенный скачок в альтернативной энергетике области был осуществлён 3 февраля 2015 года. Губернатором Кемеровской области была введена в строй первая солнечная электростанция в отдалённом посёлке Эльзас Горной Шории, установленной мощностью 20 кВт и способностью запасать электроэнергию до 60 кВтч. Общий объём инвестиций в данный проект составил 4 млн. 320 тыс. рублей.

Данный проект свидетельствует тому, что альтернативная энергетика в Кемеровской области для снабжения отдалённых населённых пунктов развивается.

2. АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Для правильного выбора источника возобновляемой энергии необходимо точно определить мощность её потоков в предполагаемом месте их использования. Осуществления данной задачи предполагает наличие большого количества информации. Сбор такой информации возможен при организации длительных и регулярных наблюдений и анализов полученных данных о параметрах выбранного источника.

С течением времени потребность энергии не постоянна. Например, максимальная потребность в электрической энергии - в утренние и вечерние часы и минимальная - в ночное время суток. Традиционные источники энергии могут подстраиваться под эти колебания, регулируя расход топлива или воды. При использовании нетрадиционных источников энергии колеблется не только спрос на энергию, но и мощность сами источников не постоянна во времени. Поэтому процесс согласования выработки и потребления электроэнергии в системе с ВИЭ представляется сложной задачей.

Все возобновляемые источники энергии, условно, представляются в трёх основных типах:

- химическая энергия;
- механическая энергия;
- тепловая и лучистая энергия.

В зависимости от типа возобновляемого источника энергии, он обладает определённым набором качеств энергии, присущих только данному типу. Под качеством энергии возобновляемого источника необходимо понимать ту долю энергии, которую возможно превратить в механическую работу.

ВИЭ с механической энергией обладают достаточно высоким качеством и пригодны для производства электроэнергии.

В зависимости от источника, механическая энергия способна достигать до 30% при использовании энергии ветра. При использовании энергии воды этот процент намного больше, до 75 % при использовании приливных и волновых электроустановок. Качество тепловых и лучистых ВИЭ не сильно велико (до 35%) и ограничено вторым законом термодинамики.

Для источников энергии на основе фотонных процессов (солнечные панели), на данный момент технологического прогресса, практически не удалось получить качество выше 15 %. Лишь в космосе подобные устройства способны выдавать до 30 %.

Общемировой опыт в использовании ВИЭ, как показала практика, является отличным решением для электроснабжения отдалённых потребителей не имеющих централизованного электроснабжения.

Однако, ни один ВИЭ не является универсальным, способным к использованию в любой ситуации. Использование того или иного типа источника в первую очередь определяется природными условиями окружающей среды и необходимым количеством требуемой электроэнергии. Немаловажным условием является и стоимость того или иного источника.

Опираясь на представленную информацию можно выбрать наиболее экономичный и эффективный ВИЭ для тех или иных требуемых условий.

Необходимо сделать вывод, что не существует простого и универсального метода планирования энергетики на основе возобновляемых источников энергии. Размер района, на котором разумно планировать энергетику на возобновляемых источниках, может занимать площадь радиусом около 250 км.

При развитии энергетики, стоит помнить, что эффективнее и дешевле, как правило, увеличивать энергоэффективность потребителей нежели увеличивать число источников электроэнергии. Выполнив анализ потребителей и потенциальных ВИЭ, необходимо согласовать их с друг другом. Согласование предполагает выполнение следующих условий.

1. Проектируемая энергоустановка предполагает максимальную эффективность использования возобновляемого источника энергии. Потери при передаче электроэнергии от источника к потребителю должны быть минимальными, для обеспечения минимизации размеров энергетического оборудования.

2. При проектировании систем управления возобновляемых источников, следует помнить, что использование обратной связи между потребителем и источником не эффективно. Вырабатываемая энергия будет расходоваться не полностью. Неэффективность обратной связи обуславливается постоянным существованием в окружающем пространстве потоков используемой энергии.

3. Согласование потребления и производства энергии, без завышения мощности энергоустановки, возможно при наличии накопителей производимой энергии.

4. При невозможности согласования установки ВИЭ и потребителя от этой задачи отказываются. В таком случае возобновляемый источник энергии подключают к более мощной и универсальной энергосистеме.

5. Наиболее эффективным вариантом использование ВИЭ является схема, где в каждый момент времени к источнику подключается такое количество потребителей, суммарная мощность которых соответствует вырабатываемой мощности источника в данный момент [6].

Для системы электроснабжения горнолыжного курорта в Кемеровской области будут рассматриваться такие ВИЭ как солнце и ветер.

2.1 Определение энергетических характеристик ветра на территории Шерегеша

При решении задач по оценке ветроэнергетического потенциала, его вклада в систему энергоснабжения того или иного объекта и экологию района необходимо наличие большого объёма информации об особенностях ветрового режима в данном районе в зависимости от времени в течении всего года.

Ветер – наиболее изменчивый и непостоянный метеорологический элемент.

Наличие на поверхности различных препятствий (рельеф, растительность, водные пространства, искусственные постройки) оказывает очень сильное влияние на скорость и направление ветра. Оказываемое влияние данных препятствий характеризуется параметром шероховатости подстилающей поверхности. Шероховатость подстилающей поверхности оказывает влияние не только у поверхности земли, но и на достаточно больших высотах. Данная особенность вызывает необходимость использование информации о ветре регистрируемой в различных точках только с учётом однородности территории. Если местоположение точек и рассматриваемых метеорологических станций не отличается, то данные метеостанций можно рассматривать как пригодные. Данные с метеорологических станций можно применять к точкам находящимся на расстоянии до 50 километров. В условиях открытой местности, показания двух близких к друг-другу станций могут различаться в зависимости от местоположения флюгера на станции, степени его защищённости деревьями и зданиями располагающимися в районе станции.

С течением времени, условия вокруг станций также подвержены изменениям и их необходимо учитывать при анализе ветрового режима и степени защищённости флюгера [7].

Рядом с горнолыжным курортом имеется две метеорологические станции расположенные в посёлке Шерегеш и городе Таштаголе. Однако, расположение горнолыжного курорта в горном районе сильно затрудняет и делает почти невозможным использование данных с этих станций. А использование данных непосредственно с предполагаемых мест установки невозможно без специальных изыскательных работ.

На рисунке 2 представлена карта рельефа горнолыжного комплекса.

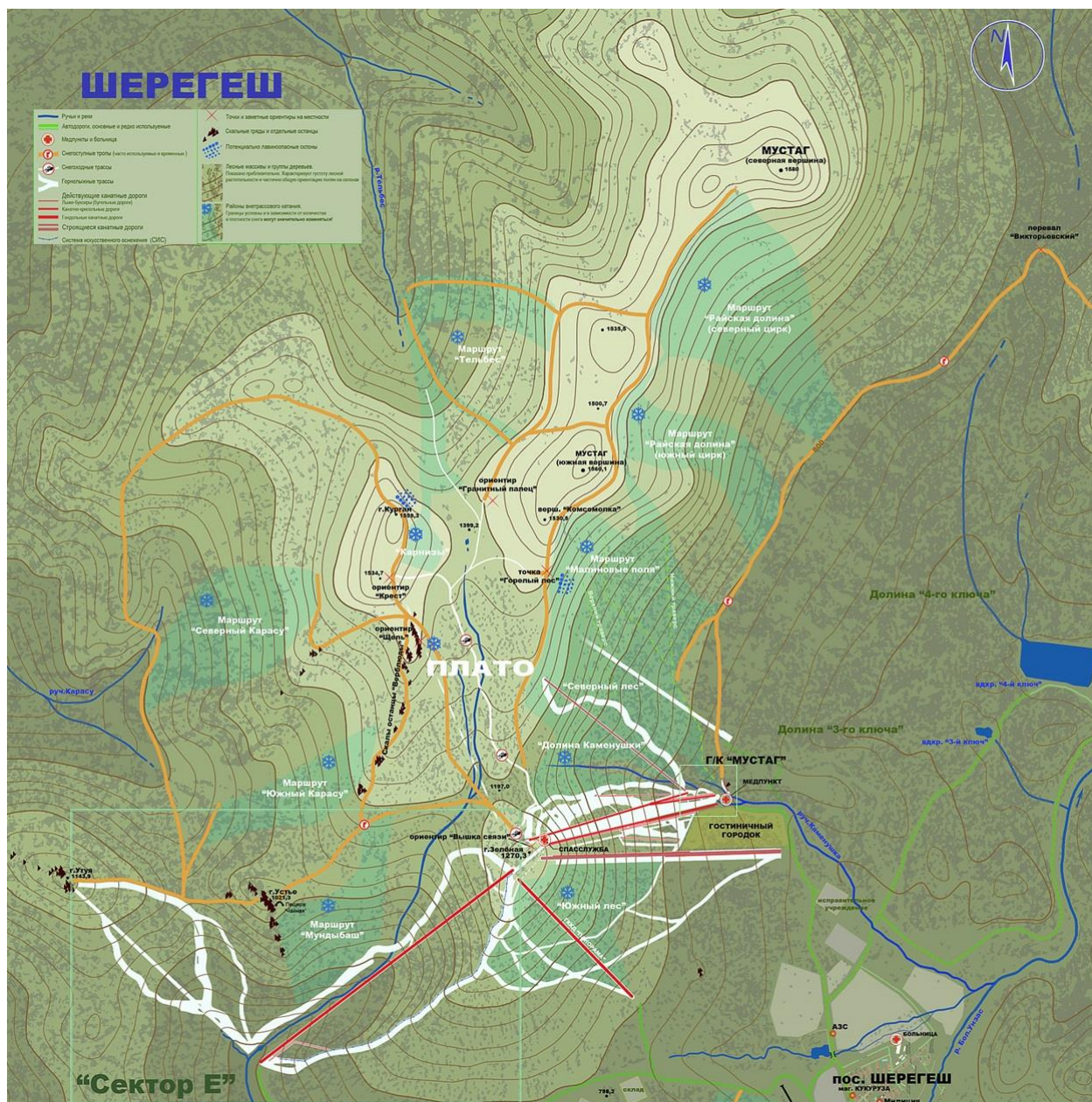


Рисунок 2 – карта рельефа Шерегеша

Для оценки потенциала энергетических характеристик ветра используются данные NASA в обработанном виде из программы RETScreen.

2.1.1 Ветроэнергетический кадастр

Эффективное использование энергии ветра возможно в том случае, если имеется исчерпывающая информация о ветре, как об источнике энергии и природном процессе. Для оценки эффективности использования ветра как источника, необходимо наличие специальных характеристик отражающих природную структуру и возможности использования ветра. Данные

характеристики формируются в процессе разработки ветроэнергетического кадастра.

Ветроэнергетический кадастр – это совокупность ветровых характеристик, отражающих его энергетическую ценность. Кадастр позволяет определить наиболее эффективные и возможные режимы работы проектируемой ветроэнергетической установки.

Основными кадастровыми характеристиками являются:

- ветроэнергетические ресурсы рассматриваемого района;
- удельная мощность и энергия ветра;
- средние скорости ветра за промежуток времени (день, месяц, год);
- годовой и суточный ход ветра;
- повторяемость направлений ветра;
- повторяемость скоростей ветра в различные временные периоды;
- длительность безветровых пауз;
- распределение ветровых периодов;
- максимальные скорости ветра.

Главными источниками данных для ветроэнергетического кадастра являются многолетние (десятки лет) наблюдения с метеорологических станций. Регистрируемые по несколько раз в сутки, данные с этих источников являются исчерпывающим материалом для составления ветроэнергетического кадастра. Главное достоинство таких данных заключается в том, что они выполнены по единой методике, а площадки с которых производятся наблюдения классифицированы по степени их открытости, что делает данные унифицированными и упрощает процесс их анализа [8].

2.1.2 Среднемесячные и среднегодовые скорости ветра

Среднемесячные и среднегодовые скорости ветра за длительные промежутки времени являются главными и исходными данными для составления характеристик общего уровня об интенсивности ветра. По

составляемым характеристикам предварительно можно судить о перспективах размещения ветроэнергетического оборудования в требуемом районе. При составлении характеристик необходимо помнить, что скорости ветра сильно зависят от шероховатости подстилающей поверхности и что данные метеорологических станций с течением времени могут меняться вместе с изменением окружающей территории. Это необходимо учитывать и при сопоставлении средних скоростей ветра и приводить их к равным условиям [8].

Для получения достоверных данных о средних скоростях ветра территории необходимо использовать значительные объемы измерений в течение достаточно длительного времени.

Для расчёта скоростей ветра будут использоваться данные Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA). Данные NASA используются в обработанном виде из программы RETScreen.

Средняя скорость ветра определяется как среднеарифметическое значение, получаемое в результате многочисленных измерений скоростей ветра в течение равных промежутков времени в течение заданного временного отрезка (день, месяц, год), вычисляется по формуле:

$$V_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i, \quad (1)$$

где V_{cp} – средняя скорость, м/с;

n – количество временных отрезков;

V_i – скорость ветра в определённый промежуток времени, м/с;

Расчётные данные сводим в таблицу 4.

По мере приближения к подстилающей поверхности скорость ветра уменьшается и ветровой поток становится менее устойчивым и наоборот. Поэтому скорость ветра определяется в как можно более высокой точке

Приближенно скорость ветра на высоте h может быть оценена по формуле:

$$V_h = V_\phi \left(\frac{h}{h_\phi} \right)^\alpha, \quad (2)$$

где, V_h - скорость ветра на высоте h ;

V_ϕ – скорость ветра на высоте флюгера, м/с, 8 м - высота верхней станции горнолыжного подъёмника;

h_ϕ – высота флюгера, м;

α – коэффициент, зависящий от средней скорости ветра на высоте флюгера [9], таблица 4.

Таблица 4 – Зависимость α от скорости ветра V_ϕ

V_ϕ , м/с	0...3	3,5...4	4,5...5	5,5	6...11,5	12...12,5	13...14
α	0,2	0,18	0,16	0,15	0,14	0,35	0,13

Горнолыжный курорт находится в горном районе на вершине горы, следовательно, руководствуясь СНиП 2.01.07-85 коэффициент $\alpha=1$.

Необходимость поправки скорости ветра по вертикальному профилю, обусловлена оптимизационной задачей. Решение которой, позволит использовать потенциал ветряной энергии по максимуму. При этом имеется ограничение в виде максимально допустимой высоты башни ветрогенератора.

Производители ветрогенераторов, в большинстве случаев, используют стандартные значения высот башен (12; 18; 24; 30,5; 36,6 м), для расчёта скорости ветра горнолыжного курорта на высоте h , h будем принимать равной 20 метрам. Результаты расчётов представлены в таблице 5. По таблице 5 построен график средних скоростей ветра, рисунок 3.

Для достоверности полученных расчётов были использованы статистические массивы данных со станций 1, 2 и 3, а так же данные NASA.

Таблица 5 – Средние значения скорости ветра в период с 2009 по 2015год

Год	$V_{\text{ср}}$, м/с								Высота 20 м
	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2010- 2015	Поправка $k = 1,25$	
Январь	8,18	6,68	4,6	2,87	3,08	2,24	4,48	5,6	6,43
Февраль	8,18	5,68	8,36	3,03	3,64	3,8	5,5	6,88	7,82
Март	8,19	5,82	6,18	3,25	3,25	4,08	5	6,25	7,11
Апрель	4,65	3,62	3,95	3,6	4,88	3,32	4,1	5,13	5,89
Май	3,72	3,17	4,1	2,97	3,0	3,47	3,3	4,13	4,87
Июнь	3,14	2,5	3,2	2,77	3,07	3,14	2,9	3,63	4,28
Июль	2,26	2,14	2,87	2,51	3,0	3,2	2,75	3,38	4,06
Август	2,59	2,6	3,4	2,5	3,4	3,13	3,01	3,75	4,42
Сентябрь	3,68	3,44	3,4	3,07	3,44	3,15	3,3	4,13	4,87
Октябрь	5,47	7,61	5,32	7,9	4,2	4,91	3,79	5,99	6,87
Ноябрь	4,73	7,58	7,43	6,68	3,46	7,03	5,9	7,38	8,39
Декабрь	5,04	6,02	6,61	5,93	5,37	7,25	5,9	7,38	8,39

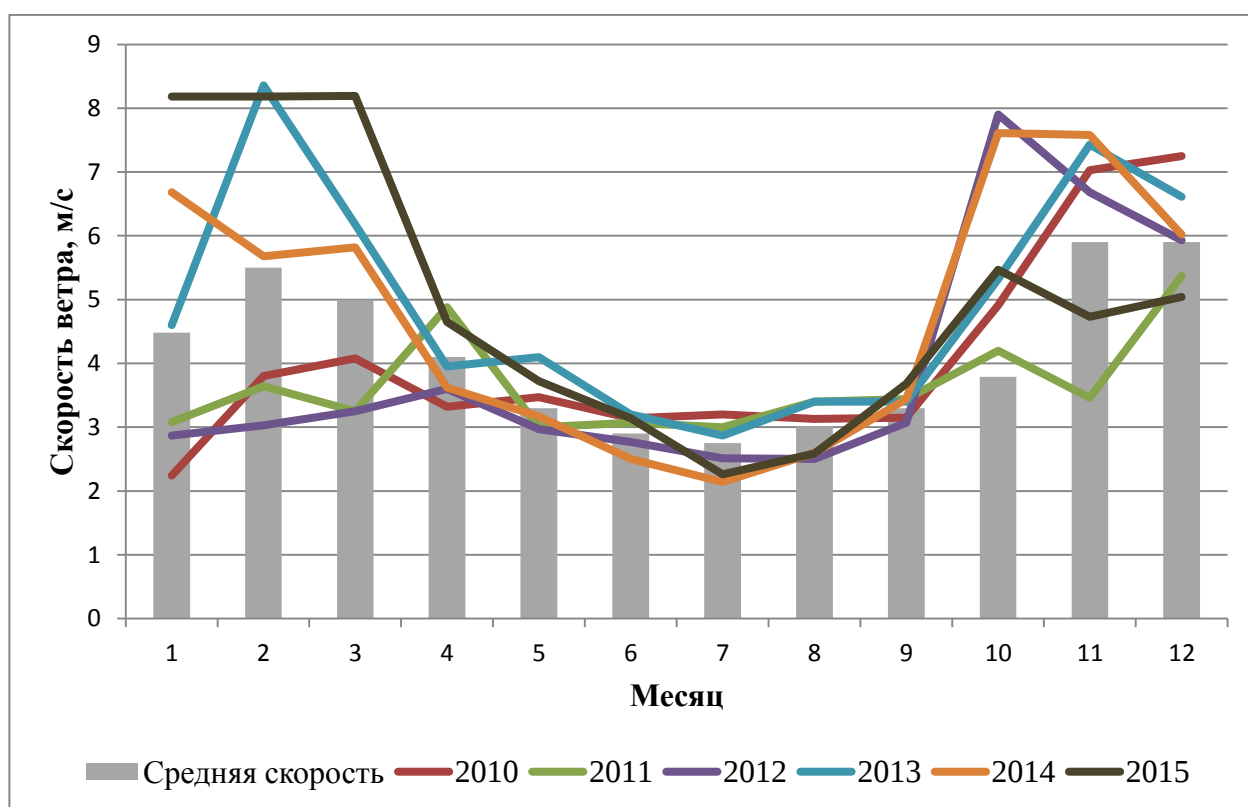


Рисунок 3 – Средние скорости ветра в период с 2010 по 2015 год

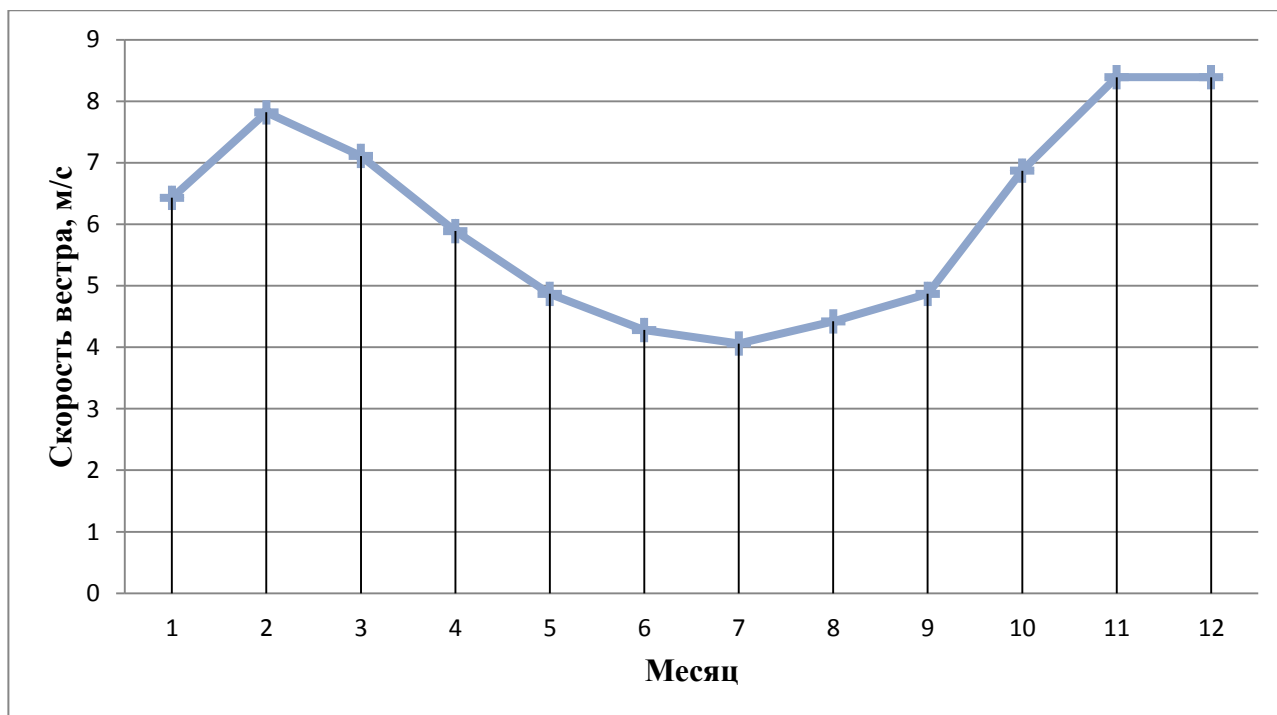


Рисунок 4 – Средняя скорость ветра на высоте 20 метров

По полученным графикам, можно сделать вывод, что максимальные скорости ветра соответствуют высокому и низкому горнолыжному сезону, времени функционирования горнолыжного курорта, с минимумом в летний период.

2.1.3 Повторяемость ветра и роза ветров

Роза ветров – представляет собой графическое отображение повторяемости направлений ветра. Имеет большое практическое значение при использовании ветроустановок большой мощности, где вместо контактных колец используется силовой кабель уложенный в кабельканал. В процессе работы гондола такой ветроустановки совершает кручение вокруг своей оси тем самым разматывая кабель. Роза ветров позволяет установить длительность межсервисного периода, когда обслуживающему персоналу необходимо проводить размотку и укладку кабеля. На рисунке 5 представлена роза ветров горнолыжного курорта Шерегеш.

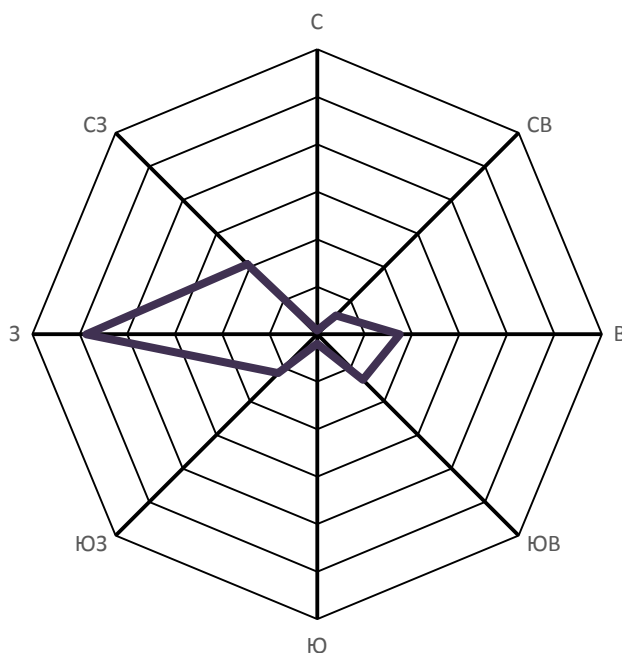


Рисунок 5 – Роза ветров горнолыжного курорта Шерегеш

Характеристика показывающая с какой скоростью и как часто дули те или иные ветра в течение заданного периода времени (месяц, год), называется повторяемостью скоростей ветра.

При выполнении ветроэнергетических расчётов, на практике часто используется аппроксимация (выравнивание) эмпирической повторяемости различных скоростей ветра при помощи различных аналитических зависимостей [10].

Правильный учет направлений ветра позволяет максимально эффективно располагать ветроустановки на местности.

При изучении повторяемости ветра, необходимо помнить, что с энергетической точки зрения, куда важнее знать энергетическую характеристику (максимально возможная выработка) ветра по выбранным направлениям, нежели в каком направлении преобладает ветер.

С помощью программы RETScreen Plus, было установлено, что с изменением времени года меняется и господствующее направление ветра.

В зимние период (октябрь-март) на западные направления ветра может приходиться до 70 – 80%. Направления этих ветров являются подавляющими. Объясняется это особенностью рельефа. С северного направления площадка

размещения ветрогенераторов закрыта горой Мустаг, а с южного горой Зелёная. Наличие господствующего направления ветра позволяет более компактно и с меньшими затратами размещать многоагрегатные ветроэнергетические комплексы.

2.2 Определение энергетических характеристик солнца

Солнечное излучение характеризуется широким спектральным диапазоном - от радиоволн до гамма-излучения. На расстоянии 1 а.е. от Солнца плотность потока его излучения составляет 1360 Вт/м^2 . Эта величина называется солнечной постоянной, которая в действительности не является постоянной: она немного изменяется в течение года, достигая максимального значения в январе, когда Земля находится максимально близко к Солнцу. Выражение «плотность потока излучения» используется для обозначения мощности излучения, приходящего на 1 м^2 поверхности.

Плотность потока (мощности) солнечного излучения для сокращения называют инсоляцией. Часто пользуются также понятием солнечной постоянной на поверхности Земли, которая равна значению инсоляции на поверхности, расположенной на уровне моря и ориентированной на Солнце. Эту константу для удобства принимают равной 1000 Вт/м^2 , что примерно соответствует потоку солнечного излучения при ясном небе около полудня. В реальности плотность потока излучения на поверхности Земли изменяется во времени и на ее значение влияет большое число факторов [11].

Радиационный режим в горных районах Горной Шории испытывает очень большую изменчивость в пространстве. На поступление солнечной радиации влияет множество различных факторов: режим облачности в различных формах рельефа, широта, высота местности над уровнем моря, закрытость горизонта, различная экспозиция склонов и прозрачность атмосферы [12].

Для оценки возобновляемого энергетического потенциала солнечной энергии необходимо определить энергетический потенциал солнечной

инсоляции в заданном регионе. Оценка производится на основе данных Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA). Данные NASA используются в обработанном виде из программы RETScreen. Представленные ниже данные справедливы для 52°55'37.52" северной широты и 87°59'33.27" восточной долготы.

Для получения значений солнечной инсоляции для наклонной поверхности (35°), необходимо пересчитать значения для горизонтальной поверхности согласно следующей методике.

Для определения солнечной радиации, падающей на наклонную исследуемую плоскую площадку в условиях облачности, воспользуемся выражением:

$$Q_{\text{накл}} = (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{рас}}) \cdot [1 - (a + bn)n], \quad (3)$$

где, $Q_{\text{пр}}$ – прямое солнечное излучение, падающее на наклонную поверхность, Вт/м²;

$Q_{\text{рас}}$ – рассеянная солнечная энергия, падающая на наклонную поверхность, Вт/м²;

a – коэффициент зависящий от среды (суша или море) и от широты места, $a = 0,383$;

b – коэффициент, который в данном случае можно считать постоянным и равным 0,38;

n – количество облаков в долях единицы ($n=0$ при безоблачном небе, $n=1$ при сплошной облачности).

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{орт}} \cos \theta, \quad (4)$$

где, $Q_{\text{орт}}$ – прямое солнечное излучение, падающее на ортогональную лучам плоскость, Вт/м²;

θ – угол падения прямого солнечного излучения, рисунок 6.

$$Q_{\text{орт}} = \frac{Q_0 \sin \alpha}{\sin \alpha + c}, \quad (5)$$

где, Q_0 – солнечная постоянная, $Q_0 = 1000$ Вт/м²;

$\sin \alpha$ – угол между вертикальной осью и падающими лучами солнца, рисунок 6;

c – безразмерная величина, характеризующая степень прозрачности атмосферы, $c = 0.32$ [13].

$$Q_{\text{рас}} = Q_{\text{рас_гор}} \cdot [0.55 + 0.434 \cos \theta + 0.313(\cos \theta)^2], \quad (6)$$

где, $Q_{\text{рас_гор}}$ – поток рассеянной солнечной энергии, падающий на горизонтальную плоскость, Вт/м².

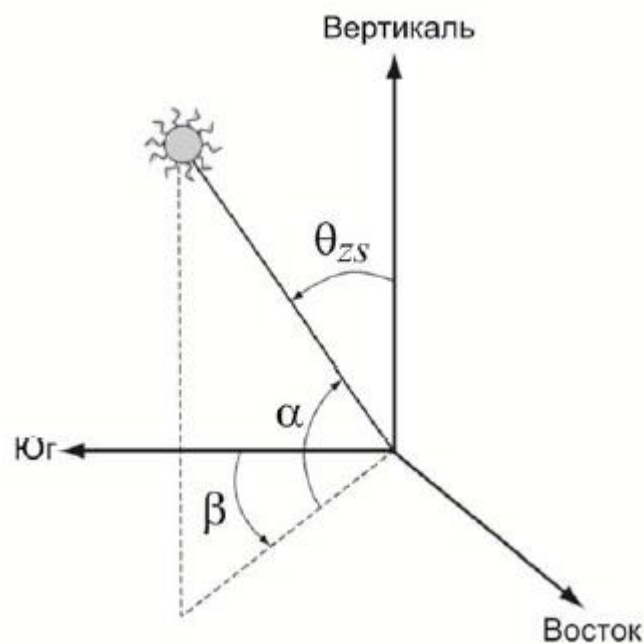


Рисунок 6 – Координаты Солнца относительно географически ориентированной системы координат

Пример расчёта, для декабря.

$$Q_{\text{орт}} = \frac{1 \cdot 0,5736}{0,5736 + 0,4} = 0,589 \text{ кВт/м}^2;$$

$$Q_{\text{пр}} = 0,589 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,417 \text{ кВт/м}^2;$$

$$Q_{\text{рас}} = 0,83 \cdot \left[0,55 + 0,434 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 0,313 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 \right] = 0,841 \text{ кВт/м}^2;$$

$$Q_{\text{накл}} = (0,417 + 0,841) \cdot [1 - (0,383 + 0,38 \cdot 0) \cdot 0] = 1,258 \text{ кВт/м}^2.$$

В таблице 6 представлены данные о солнечной активности для горизонтального расположения панелей и под углом 35°.

Таблица 6 – Значения солнечной инсоляции

Месяц	Солнечная инсоляция, λ кВтч/м ² /мес Горизонтальная панель	Солнечная инсоляция, λ кВтч/м ² /мес Наклонная панель, 35°	Солнечная инсоляция λ , кВтч/м ² /день, Горизонтальная панель	Солнечная инсоляция, λ кВтч/м ² /день Наклонная панель, 35°
Декабрь	25,73	38,998	0,83	1,258
Январь	35,65	36,084	1,15	1,164
Февраль	60,48	73,724	2,16	2,633
Среднее значение за зиму	40,62	49,602	1,354	2,8
Март	110,36	128,34	3,56	4,14
Апрель	132,9	151,5	4,43	5,04
Май	160,27	185,38	5,34	5,98
Среднее значение за весну	134,53	155,073	4,39	5,05
Июнь	166,2	185,7	5,54	6,19
Июль	172,05	191,983	5,55	6,193
Август	147,56	166,9	4,76	5,384
Среднее значение за лето	161,93	181,528	5,28	5,92
Сентябрь	97,5	115,62	3,25	3,854
Октябрь	63,86	81,84	2,06	2,64
Ноябрь	37,2	53,43	1,24	1,781
Среднее значение за осень	66,18	83,63	2,18	2,758

Как видно из таблицы 6, максимальные значения солнечной инсоляции соответствуют весеннему и летнему времени года, в зимний период, пик сезона активности горнолыжного курорта, поток солнечной энергии минимален.

Для построения графиков значения солнечной энергии в зависимости от времени суток необходимо знать временные отрезки светового дня. В таблице 7 представлены среднемесечные продолжительности светового дня [14].

Таблица 7 – Среднемесячная продолжительность светового дня

Время года	Восход	Зенит	Закат	Продолжительность светового дня
Зима	8,27	13,09	17,51	9,24
Весна	6,22	13,12	20,03	13,25
Лето	5,33	13,06	20,41	15,08
Осень	7,37	13,02	18,27	10,50

При построении графиков вырабатываемой активной мощности с 1 м^2 необходимо воспользоваться следующим алгоритмом.

Для каждого часа в сутках определяется наличие или отсутствие солнца, начиная с часа восхода по час заката. После необходимо посчитать количество часов с солнцем, таблица 7.

Строить график необходимо в виде синусоиды, в диапазоне углов от 0 до 180 (восход = 0, закат = 180), поэтому для каждого часа солнечной активности необходимо посчитать угол, в соответствии с количеством часов продолжительности дня. Для расчёта мощности предполагаемой фотоэнергетической установки (ФЭУ) воспользуемся формулой:

$$P_{\text{ФЭУ}} = \eta \cdot \lambda \cdot S,$$

где η – коэффициент полезного действия ФЭУ, принимаем равным $\eta = 0,15$;

λ – солнечная инсоляция, кВт/м^2 ;

S – площадь солнечных панелей, м^2 .

В данной формуле используется значение солнечной инсоляции λ , соответствующее конкретному моменту времени. Расчёт выполняется для площади солнечной панели равной $S = 1 \text{ м}^2$. Результаты расчётов для разных сезонов представлены в таблицах 8, 9, 10 и 11.

Световой день в зимний период длится 9 ч 24 м, при делении на равные промежутки получаем, что за каждую минуту угол солнца изменяется на 0,319 градуса.

Таблица 8 – Значения солнечной энергии для 1 м² в зимний период

Время	Угол солнца, φ , °	λ	P , кВт/м ²
8.00 – 8.21	0	0	0
8.21 – 9.00	12,441	0,1005	0,0151
9.00 – 10.00	31,581	0,2444	0,0367
10.00 – 11.00	50,721	0,3612	0,0542
11.00 – 12.00	69,861	0,4381	0,0657
12.00 – 13.00	89,001	0,4666	0,07
13.00 – 14.00	108,141	0,4434	0,0665
14.00 – 15.00	127,281	0,3713	0,0557
15.00 – 16.00	146,421	0,2581	0,0387
16.00 – 17.00	165,561	0,1164	0,0175
17.00 – 17.51	177,129	0,0234	0,0035
17.51 – 18.00	180	0	0
Итого			0,4235

В весенний период световой день продолжается 13 ч 25 м. За каждую минуту угол солнца изменяется на 0,224 градуса.

Таблица 9 – Значения солнечной энергии для 1 м² в весенний период

Время	Угол солнца, φ , °	λ	P , кВт/м ²
6.00 – 6.22	0	0	0
6.22 – 7.00	8,512	0,0875	0,0131
7.00 – 8.00	21,952	0,2209	0,0331
8.00 – 9.00	35,392	0,3422	0,0513
9.00 – 10.00	48,832	0,4448	0,0667
10.00 – 11.00	62,272	0,5230	0,0784
11.00 – 12.00	75,712	0,5725	0,0859
12.00 – 13.00	89,152	0,5908	0,0886
13.00 – 14.00	102,592	0,5766	0,0865
14.00 – 15.00	116,032	0,5309	0,0796
15.00 – 16.00	129,472	0,4561	0,0684
16.00 – 17.00	142,912	0,3563	0,0534
17.00 – 17.00	156,352	0,2370	0,0355
18.00 – 19.00	169,792	0,1047	0,0157
19.00 – 20.00	179,328	0,0069	0,0010
20.00 – 20.03	180,000	0	0
20.03 – 21.00	0	0	0
Итого			0,7575

Продолжительность дня в летний период составляет 15 ч 08 м. Делим световой день на равные промежутки и получаем, что за каждую минуту угол солнца изменяется на 0,198 градуса.

Таблица 10 – Значения солнечной энергии для 1 м² в летний период

Время	Угол солнца, φ , °	λ	P , кВт/м ²
5.00 – 5.33	0	0	0
5.33 – 6.00	5,346	0,0571	0,0086
6.00 – 7.00	17,226	0,1815	0,0272
7.00 – 8.00	29,106	0,2981	0,0447
8.00 – 9.00	40,986	0,4020	0,0603
9.00 – 10.00	52,866	0,4886	0,0733
10.00 – 11.00	64,746	0,5543	0,0832
11.00 – 12.00	76,626	0,5963	0,0894
12.00 – 13.00	88,506	0,6127	0,0919
13.00 – 14.00	100,386	0,6029	0,0904
14.00 – 15.00	112,266	0,5672	0,0851
15.00 – 16.00	124,146	0,5073	0,0761
16.00 – 17.00	136,026	0,4256	0,0638
17.00 – 17.00	147,906	0,3257	0,0488
18.00 – 19.00	159,786	0,2118	0,0318
19.00 – 20.00	171,666	0,0888	0,0133
20.00 – 20.41	180	0,05	0,008
20.41 – 21.00	0	0	0
Итого			0,888

Световой день в осенний период длится 10 ч 50 м, при делении на равные промежутки получается, что за каждую минуту угол солнца изменяется на 0,277 градуса.

Таблица 11 – Значения солнечной энергии для 1 м² в осенний период

Время	Угол солнца, φ , °	λ	P , кВт/м ²
7.00 – 7.37	0	0	0
7.37 – 8.00	6,371	0,0443	0,0066
8.00 – 9.00	22,991	0,1553	0,0233
9.00 – 10.00	39,611	0,2543	0,0381
10.00 – 11.00	56,231	0,3315	0,0497
11.00 – 12.00	72,851	0,3811	0,0572
12.00 – 13.00	89,471	0,3988	0,0598
13.00 – 14.00	106,091	0,3832	0,0575
14.00 – 15.00	122,711	0,3356	0,0503

Продолжение таблицы 11

15.00 – 16.00	139,331	0,2599	0,0390
16.00 – 17.00	155,951	0,1625	0,0244
17.00 – 18.00	172,571	0,0516	0,0077
18.00 – 18.27	180	0,007	0,001
18.27 – 19.00	0	0	0
Итого			0,4147

По полученным данным в таблицах 8 – 11 построим сезонные графики вырабатываемой активной мощности за счёт солнечной энергии с 1 м^2 , рисунок 7.

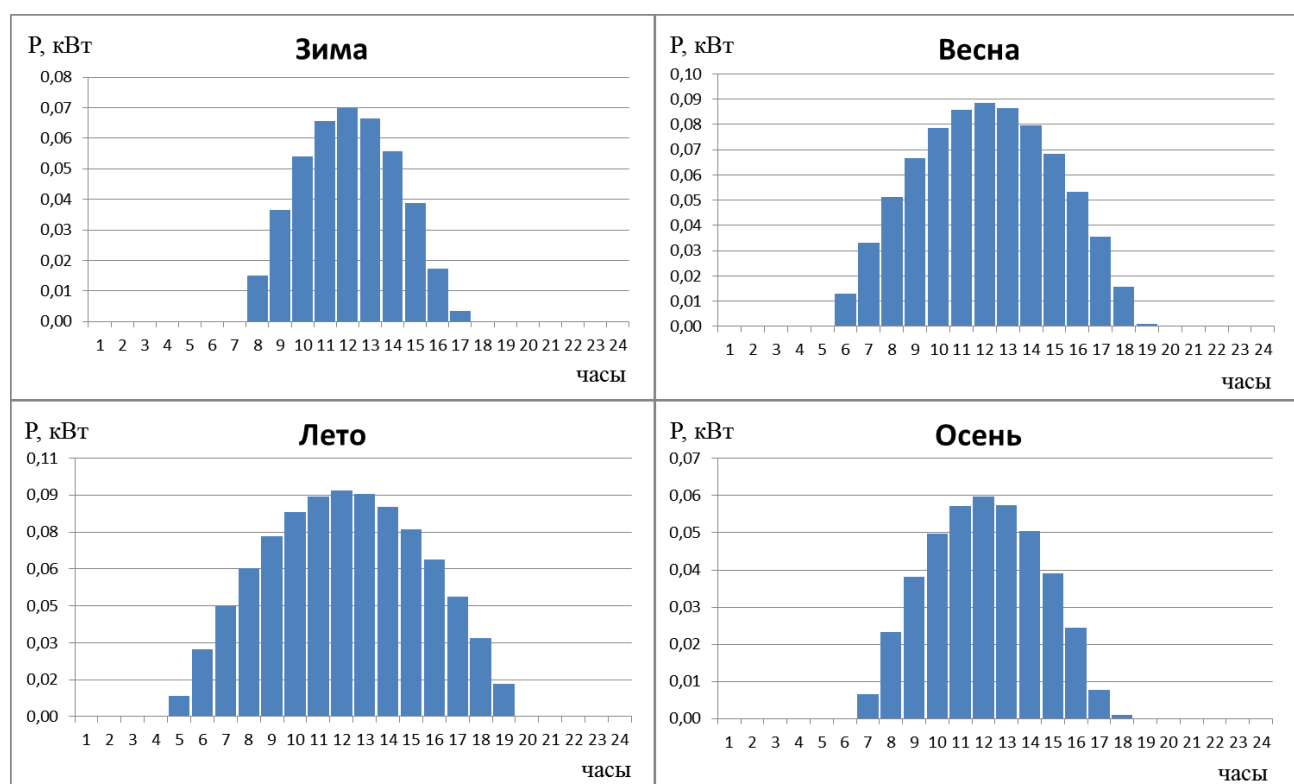


Рисунок 7 – Сезонные графики вырабатываемой активной мощности за счёт солнечной энергии с 1 м^2

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

3.1 Структура действующей системы электроснабжения

На горе Зелёной горнолыжного курорта Шерегеш расположено 117 различных объектов, необходимых для функционирования горнолыжного комплекса. В числе этих объектов: 17 канатных дорог, 19 горнолыжных трас общей протяжённостью 42 км, 48 гостиниц – на 2,5 тыс. мест, 57 кафе и ресторанов, 10 автомобильных стоянок, 17 пунктов проката, и 4 развлекательных центра.

В 2012 году на открытие горнолыжного сезона была введена в эксплуатацию двух трансформаторная подстанция "Спорткомплекс" ООО "Кузбасской энергосетевой компании". На ней была проведена реконструкция оборудования и введена в строй вторая линия электропередач ВЛ-35 кВ между подстанцией "Зеленая" и "Спорткомплекс" протяженностью 1,6 километра, что дало курорту запас энергетической мощности в 20 мегаватт.

Таким образом, новые запасы энергетической мощности позволили туристическому комплексу развиваться дальше.

Непосредственно сами подъёмники и другие потребители электрической энергии питаются от ПС 110/35/6 кВ «Зеленая» в п. Шерегеш Таштагольского района Кемеровской области.

При строительстве ПС 110/35/6 кВ «Зеленая» использовано следующее оборудование:

- Трансформатор ТДТН-40000/110 У1 с регулированием напряжения под нагрузкой производства УЭТМ г. Екатеринбург.
- Элегазовый выключатель ВГТ-110 УХ1 производство УЭТМ г. Екатеринбург.
- Элегазовые выключатели ВГБЭ-35-12,5/630 УХЛ1 производство ЗАО «Энергомаш» г. Екатеринбург.
- Разъединители РПГН-110, РГПН-35 производство ЗАО «Завод электротехнического оборудования» г. Великие Луки.

- Трансформаторы тока ТОЛ-35-111 УХЛ1 производство Свердловского завода трансформаторов тока г. Екатеринбург.
- Трансформаторы напряжения НАМИ-35, НАМИ-110 производство Раменского электротехнического завода.
- Отдельно стоящее ОПУ в полном объеме с оборудованием производство ООО «РК КЭМОНТ» и ЗАО «СИБЭЛ», релейная защита всех элементов подстанции выполнена на базе программируемых микропроцессорных устройств типа «MICOM».

Блоки с оборудованием 110 кВ, 35 кВ установлены на металлоконструкциях, разработки и производство ООО «РК КЭМОНТ», высота их увеличена на 500 мм с учетом снеготаносов. Прокладка кабелей осуществлена по подвесным и наземным кабельным лоткам. Защита подстанции от прямых ударов молнии выполнена при помощи отдельностоящих молниеотводов на приемных порталах 110 кВ.

Защита от волн перенапряжения, набегающих с ВЛ-110 кВ и ВЛ-35 кВ, выполнено с помощью ограничителей перенапряжений ОПН-110 и ОПН-35. Защита нейтрали силового трансформатора выполнена ограничителем перенапряжения ОПНН-110/56 [15].

Все потребители горнолыжного курорта (подъемники, гостиницы, развлекательные центры и т.д.) подключаются через собственные трансформаторы, напряжение 380 В.

3.2 Описание потребителей горнолыжного курорта

Главным потребителем электрической энергии на любом горнолыжном курорте является подъемник. В зависимости от высоты гор, протяженности горнолыжной трассы и количества обслуживаемых человек, электрическая мощность подъемника может варьироваться в диапазоне от 2,2 кВт до 500 кВт и выше. Особняком стоят маятниковые канатные дороги мощность силовой установки которых может превышать 1 МВт.

В данной работе будет выбрана пассажирская подвесная канатная дорога австрийского производства. Предприятие «Doppelmayr». Технические параметры канатной дороги представлены в таблице 12 [16]. Годовой график нагрузки канатной дороги приведён на рисунке 8.

Таблица 12 – Технические характеристики канатной дороги

Производитель	DOPPELMAYR
Модель	Четырехместный кресельный подъемник с фиксированными зажимами
Шкаф управления	Siemens
Длина канатной дороги	510 м
Мощность	Потребляемая 164 кВт, Двигатель 201 кВт
Производительность, макс.	2339 чел/час
Опоры, тип и количество	Оцинкованные, на анкерных болтах, 8 шт.
Кресла, тип и количество	Doppelmayr, четырёхместное, 66 шт.
Натяжение	Гидравлическое

Вторым по значимости электрическим потребителем на горнолыжном курорте являются гостиницы и гостевые дома позволяющие туристам комфортно проживать на территории курорта. Примем количество типовых гостевых домиков в количестве 10 штук.

Пример расчёта нагрузок типового дома представлен ниже.

Составим таблицу 13, в которой отражены все данные по установленному бытовому электрооборудованию гостевого дома [17].

Таблица 13 – Электрооборудование коттеджа

Помещение	Площадь, м ²	Устанавливаемые электробытовые приборы	Номинальная (установленная) мощность, кВт
Гостиная	19,2	Домашний кинотеатр	0,8
		Компьютер	0,5
		Освещение	0,08
		Розетка на 6 А, 1 шт	0,1
Кухня-столовая	15,3	Электрическая плита	10,5
		Холодильник	0,6
		Чайник	2
		Освещение	0,045

Продолжение таблицы 13

		Розетка на 6 А, 1 шт	0,1
Крыльцо 1	6,0	Освещение	0,012
Крыльцо 2	3,7	Освещение	0,006
С/у	3,1	Освещение	0,006
		Розетка 6 А, 1 шт	0,1
Кладовая и техническое помещение	8,6	Освещение	0,016
Холл и тамбуры	11,5	Освещение	0,022
Спальня 1	12,3	Освещение	0,03
		Розетка 6 А, 1 шт	0,1
Спальня 2	18,8	Освещение	0,05
		Розетка 6 А, 1 шт	0,1
Спальня 3	10,4	Освещение	0,025
		Розетка 6 А, 1 шт	0,1
Ванная	6,6	Вентилятор	0,1
		Стиральная машина	2,2
		Освещение	0,015
Холл	8,2	Освещение	0,01
Кладовая	2,1	Освещение	0,005
Итого по нагрузке			17,62

На основании данных таблицы 13 составляем расчетную таблицу 14, в которую включены расчетные коэффициенты спроса и использования.

Таблица 14 – Расчётная таблица

Наименование групп электропотребителей или отдельных электроприёмников	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Расчётные коэффициенты			Расчётная мощность		
		Спроса K_c	Использования $K_{и}$	Мощности $\cos\varphi/\operatorname{tg}\varphi$	Активная кВт	Реактивная кВАр	Полная кВА
Освещение	0,324	0,8	0,6	1,0/0	0,156	-	0,156
Розетки	0,6	-	0,7	0,9/0,484	0,42	0,2	0,47
Домашний кинотеатр	0,8	0,6	1	0,8/0,75	0,48	0,36	0,6
Электрическая плита	10,5	0,8	1,0	1,0/0	8,4	-	8,4

Продолжение таблицы 14

Холодильник	0,6	1,0	0,5	0,95/0,329	0,3	0,1	0,32
Чайник	2	0,3	1	1,0/0	0,6	-	0,6
Вентилятор	0,1	0,6	0,6	0,8/0,75	0,036	0,027	0,046
Стиральная машина	2,2	1,0	0,6	0,8/0,75	1,32	0,99	1,65
Компьютер	0,5	0,6	1	0,65/1,168	0,3	0,35	0,46
Итого	17,62	-	-	-	12,55	2,2	13,28

Построим сезонные графики нагрузки активной и реактивной мощности, рисунок 8.

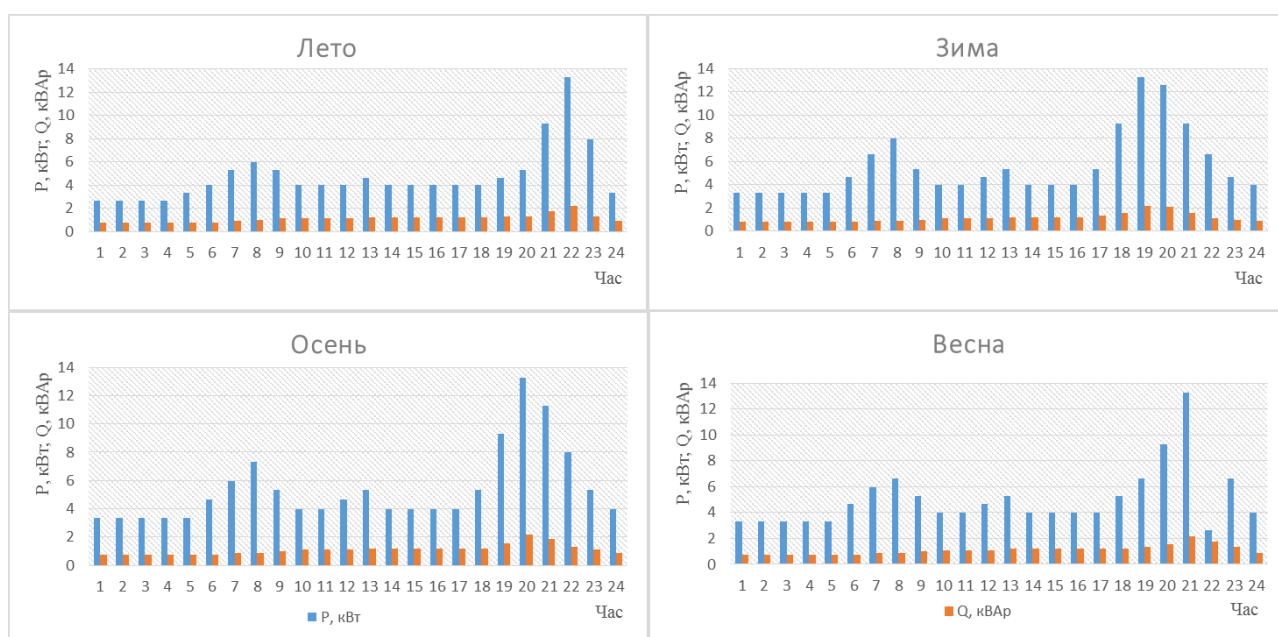


Рисунок 8 – Суточные графики нагрузок гостевого дома

Так как количество домов установлено в пределах 10 и они все типовые, то можно параметры одного гостевого дома применить ко всем остальным. Однолинейная электрическая схема подключения потребителей гостевого дома приведена в приложении Г.

Специфика работы канатной дороги заключается в непрерывной работе, в течение всего периода катания в течении дня и годового сезона. На горнолыжном курорте Шерегеш, принятое время катания с 9.00 до 17.00. В остальное время канатные дороги не работают. В летний период, подъёмники работают избирательно или не работают вовсе.

Для построения графика нагрузки примем, что в месяцы с ноября по апрель канатная дорога работает с 9.00 до 17.00. В остальные месяцы длительность работы канатной дороги в сутки не превышает одного часа. Гостевые дома с ноября по апрель работают круглосуточно, согласно своему графику нагрузки. В остальные месяцы, работают всего 3 гостевых дома, так как в летний период поток отдыхающих в разы меньше.

На основании принятых допущений построим годовые графики нагрузки канатной дороги и гостевых домов, рисунки 9 и 10 и общий график нагрузки 11. В таблице 15 приведены численные значения мощности по месяцам в течение года.

Таблица 15 – Значения мощностей нагрузки

Месяц	$P_{пкд}, \text{кВт}$	$P_{гд}, \text{кВт}$	$P_{н}, \text{кВт}$
Январь	40672	42197	82869
Февраль	36736	38114	74850
Март	40672	37463	78135
Апрель	39360	36254	75614
Май	5084	12103	17187
Июнь	4920	10338	15258
Июль	5084	10683	15767
Август	5084	10683	15767
Сентябрь	4920	12550	17470
Октябрь	5084	12968	18052
Ноябрь	39360	39043	78403
Декабрь	40672	42197	82869
Итого	267648	304594	572242

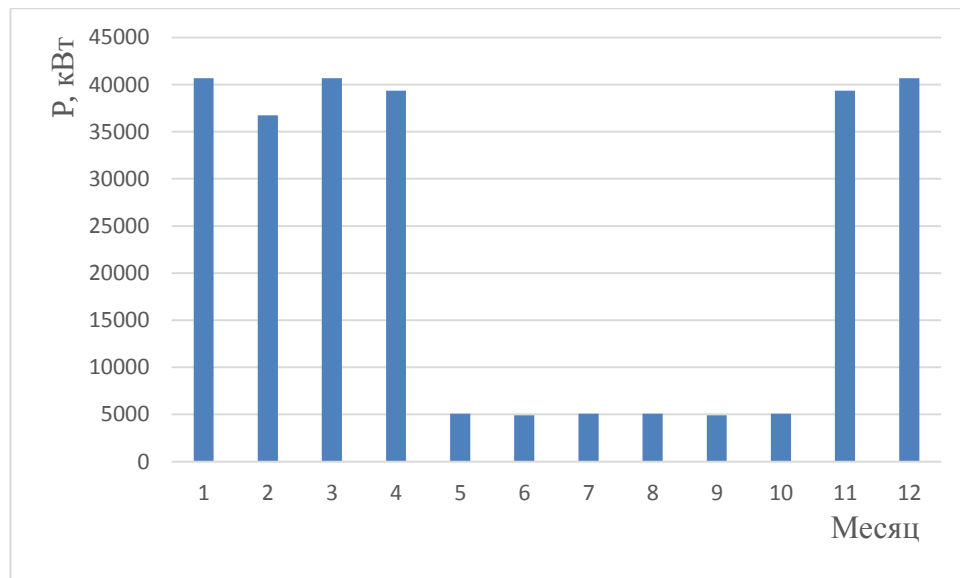


Рисунок 9 – Годовой график нагрузки горнолыжного подъёмника

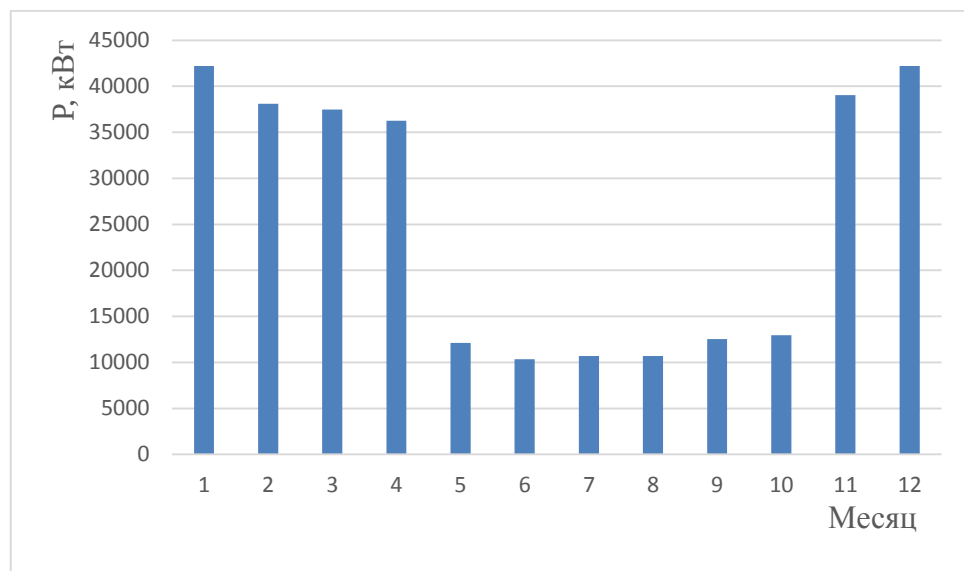


Рисунок 10 – Годовой график нагрузки гостевых домов горнолыжного курорта

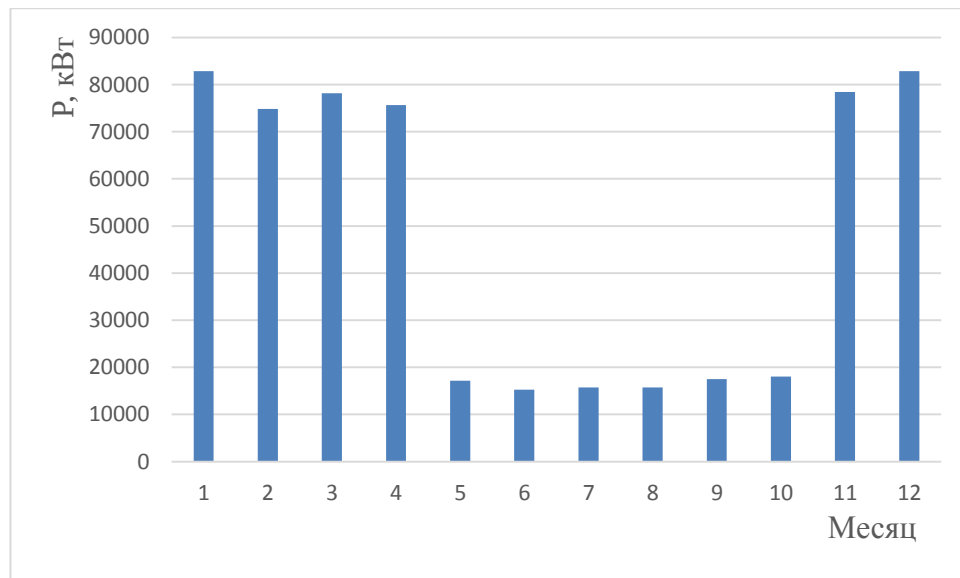


Рисунок 11 – Годовой график нагрузки

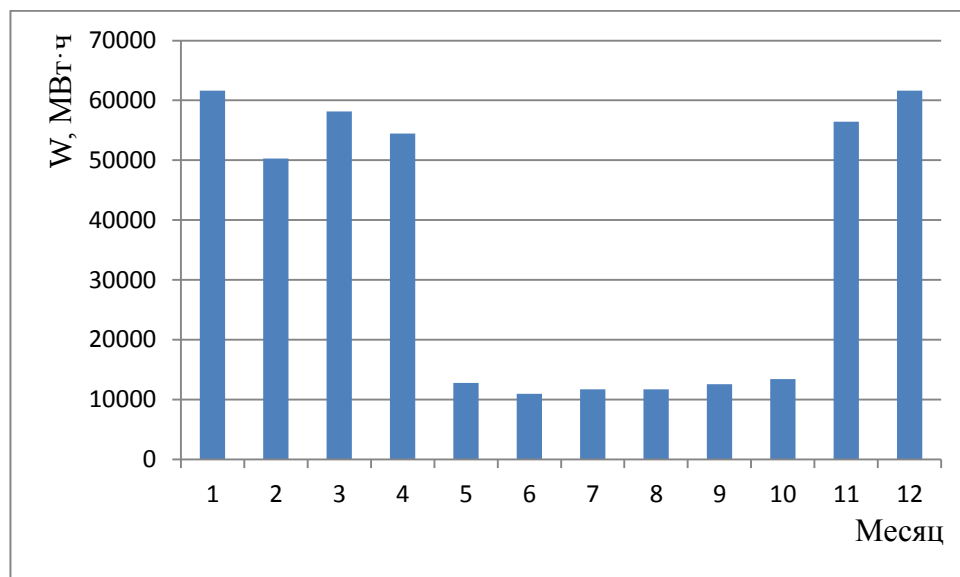


Рисунок 12 – Годовой график электрических нагрузок

По полученным графикам можно сделать вывод, что основное потребление электрической энергии происходит с ноября по апрель. В остальной период потребление значительно ниже.

Полученному графику нагрузки в большей степени соответствует ветер. В периоды с максимальным энергопотреблением, скорость ветра максимальна, а значит и выработка электроэнергии в этот период будет максимальным. Солнце же, наоборот, в летние месяцы обладает максимальным потенциалом, а в зимний – минимальным.

3.3 Выбор оборудования для электростанции

От правильного выбора оборудования напрямую зависит эффективность проектируемого объекта. Специфика расположения объекта, предъявляет дополнительные требования для работы оборудования. Суровые климатические условия, высокая высота над уровнем моря, существенный перепад температур делают использование обычного оборудования неэффективным и невозможным.

3.3.1 Обоснование при выборе оборудования ветровой станции

Из-за недостаточно высокой скорости ветра, на местности 4.2 м/с оптимальным решением будет являться использование ветрогенераторных станций «Condor Air Max» мощностью 60 кВт. Низкая стартовая скорость ветра 2,5 м/с и низкая номинальная скорость ветра 8 м/с, наиболее полно соответствует ветропотенциалу в рассматриваемом регионе. График зависимости мощности ветрогенератора от скорости ветра представлен на рисунке 13. Технические характеристики ветрогенератора представлены в таблице 16.

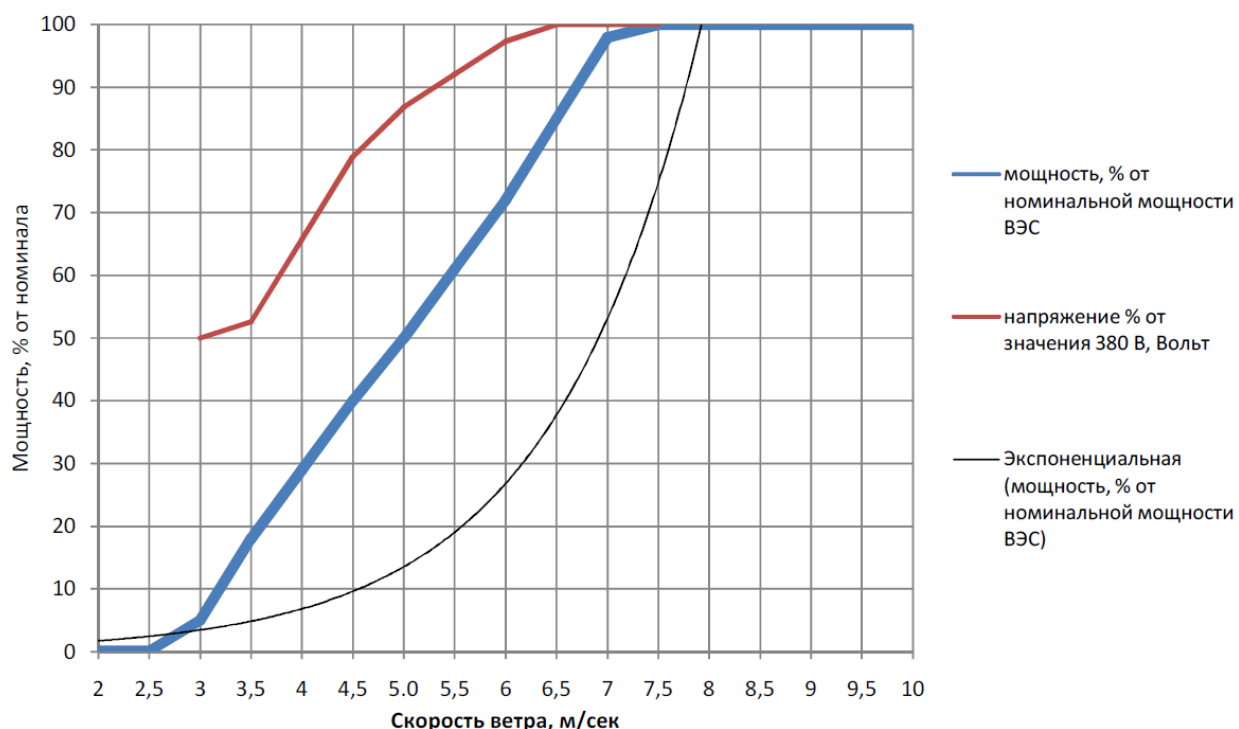


Рисунок 13 – График зависимости мощности от скорости ветра

Таблица 16 – Технические характеристики ветрогенератора Condor Air 60кВт

Общая информация	
Номинальная мощность	60 кВт
Расположение вала ротора	Горизонтальное
Ограничение работы	Остановка
Рабочий режим	Соединённая энергосистема
Высота мачты	18 м
Расчётный срок службы	20 – 25 лет
Данные о мощности	
Скорость ветра для запуска	2,3 м/с
Номинальная скорость ветра	7,8 м/с
Максимальная скорость ветра	30 м/с
Максимальная мощность	+10% от номинала
Ротор	
Диаметр	13,5 м
Количество лопастей	3
Вид втулки	Жёсткий
Размещение ротора	Против ветра
Скорость ротора	30 – 40 об/мин
Лопасты	
Материал	Стекловолокно
Длина лопасти	6 м
Механизм	
Тип	Цилиндрическая прямозубая шестерня
Генератор	
Тип	Асинхронный трёхфазный
Номинальная мощность	50 кВт
Напряжение	220/380 V $\pm$ 10%
Частота	50 Hz $\pm$ 5%
Мачта	
Вид, материал/длина	Решётка, труба/сталь
Высота	18 м
Безопасная лестница, площадки	Да
Тормоза	
Привод	Электромеханический
Защита от бури	Автоматическая
Механические тормоза	Нет
Масса	
Ротор	230 кг
Гондола	1009 кг
Башня	2100 кг

По расчётным данным, мощность нагрузки составляет 300 кВт. Из них 164 кВт приходится на канатную дорогу, основной потребитель электрической мощности. Остальная мощность приходится на гостевые дома. Для удовлетворения постоянной потребности в электроэнергии главного потребителя необходима выработка минимум 170 кВт.

Опираясь на график зависимости мощности от скорости ветра, рассчитаем количество вырабатываемой энергии одним ветрогенератором в течение года по отдельным месяцам, таблица 17, по полученной таблице построим график вырабатываемой мощности, рисунок 14.

Таблица 17 – Количество вырабатываемой мощности одного ветрогенератора Condor Air Max

Месяц	$W_{\text{ВГ}}$, кВтч
Январь	17856
Февраль	24192
Март	22320
Апрель	13824
Май	6696
Июнь	2160
Июль	1339.2
Август	2232
Сентябрь	6480
Октябрь	11160
Ноябрь	30240
Декабрь	31248
Итого	169747,2

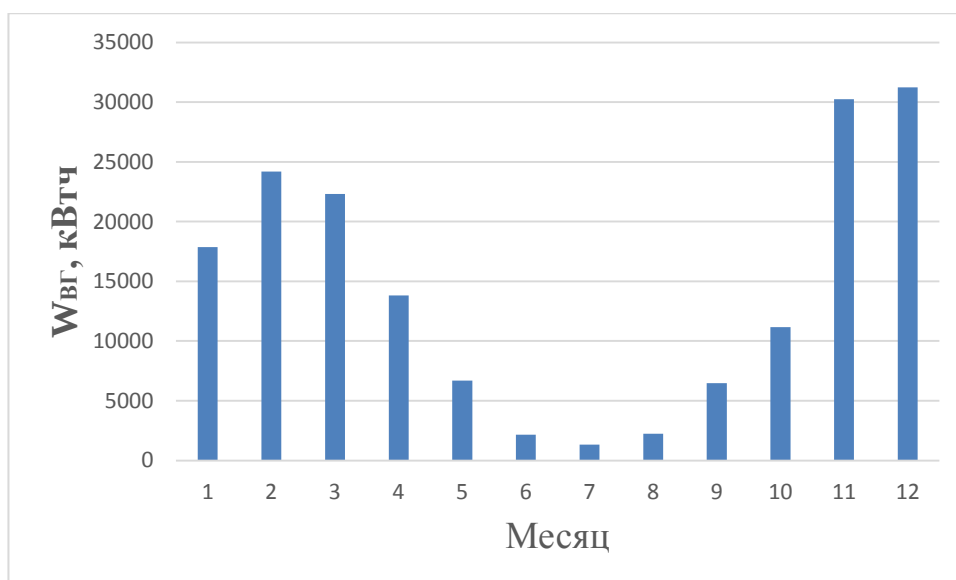


Рисунок 14 – График вырабатываемой мощности ветрогенератора Condor Air Max

Для выбора количества ветровых установок проведём баланс вырабатываемых и потребляемых мощностей, таблица 18, по расчётной таблице построим график, рисунок 15.

Таблица 18 – Энергетический баланс при работе ветропарка

Месяц	$W_{1ВГ}$, кВтч	$W_{4ВГ}$, кВтч	$W_{н}$, кВтч	ΔW , кВтч
Январь	17856	71424	82869	-11432
Февраль	24192	96768	74850	21918
Март	22320	89280	78135	11145
Апрель	13824	55296	75614	-20318
Май	6696	26784	17187	9597
Июнь	2160	8640	15258	-6618
Июль	1339.2	5356,8	15767	-10410,2
Август	2232	8928	15767	-6839
Сентябрь	6480	25920	17470	8450
Октябрь	11160	44640	18052	26588
Ноябрь	30240	120960	78403	42557
Декабрь	31248	124992	82869	42123
Итого	169747.2	678988.8	572242	106760,8

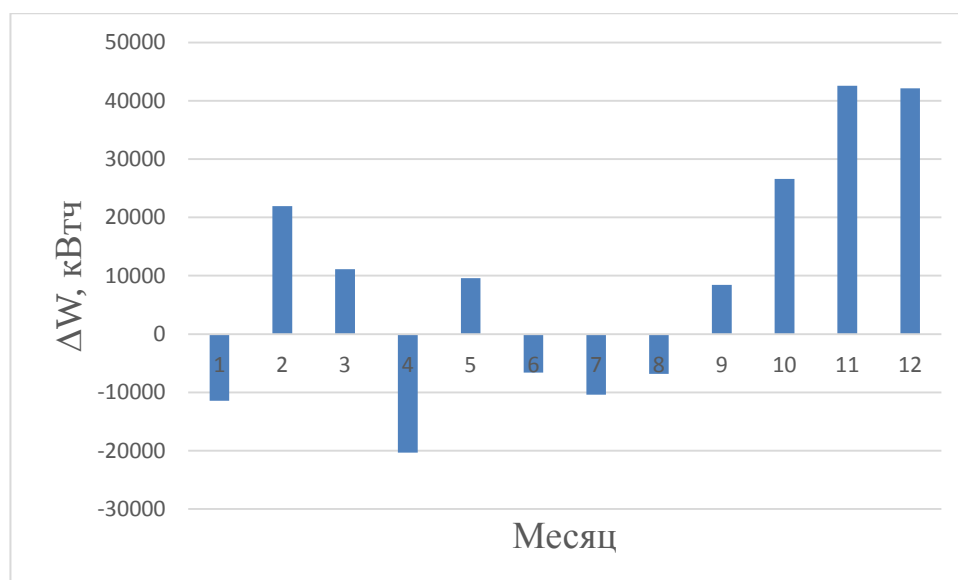


Рисунок 15 – Энергетический баланс при работе ветропака

По приведённому графику энергетического баланса можно сделать вывод, что работы 4 ветроустановок достаточно для работы основного потребителя. В январе и апреле, в период функционирования курорта, а так же летний период наблюдается дефицит вырабатываемой энергии. Что вызывает потребность использования дополнительного источника энергии.

В оставшиеся месяцы производство энергии превышает её потребление и возникает необходимость распределения её излишков. Уменьшение количества ветроустановок не целесообразно.

3.3.2 Обоснование при выборе оборудования солнечной станции

Из главы 2 был проанализирован потенциал солнечной энергии на территории горнолыжного курорта. Было установлено что на 1 м^2 в зависимости от времени года падает от 0,4147 до 0,888 кВт солнечной энергии.

В качестве солнечных модулей выберем Exmork ФСМ-300М. Технические характеристики солнечного модуля приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики солнечного модуля Exmork ФСМ-300М

Материалы	
Рама	Анодированный алюминий
Стекло	Специальное защитное стекло для солнечных модулей
Светопроницаемость стекла	97%
Ветровая нагрузка	До 60 м/с
Фронтальный ламинат	Ni-sheet RC 02B (0.45 мм. толщина)
Подкладка	фольгированный материал, PTL3-38/75(0.17 мм. толщина)
Температурные режимы работы	
Оптимальная температура без потери мощности	До + 47 °С
Рабочий диапазон	От – 47 °С до + 85 °С
Степень герметизации	IP 65 (корпус, распределительная коробка)
Энергетические показатели	
Паспортная мощность	320 Вт
Номинальное напряжение	24 В
Напряжение при пиковой мощности	37,62 В
Напряжение Voc	44,62 В
Напряжение максимальное в системе Vdc	1000 В
Ток Imp	7,98 А
Ток Isc	8,56 А
Прочие характеристики	
Коннекторы	МС 4
Длина кабеля	900 мм
Сечение кабеля	4 мм ²
Количество диодов	6 шт

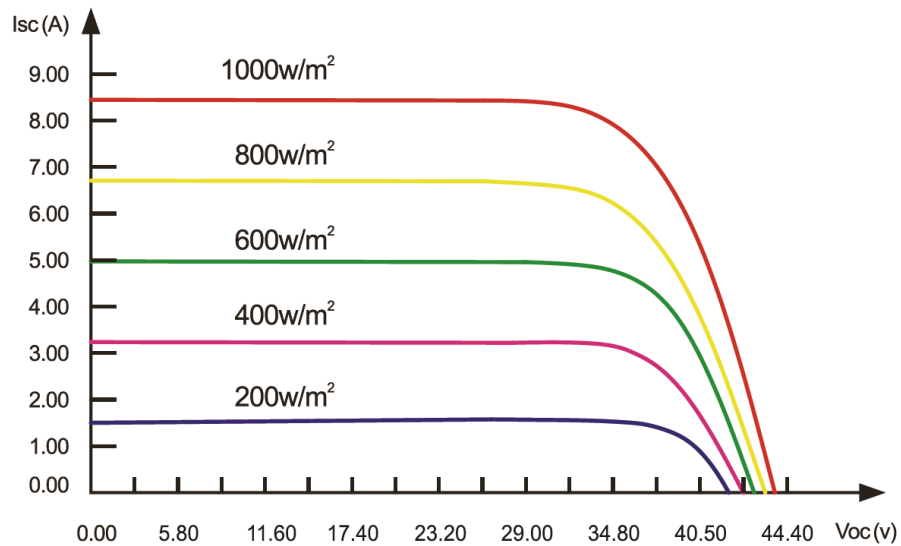


Рисунок 16 – Зависимости тока и напряжения от интенсивности солнечного излучения

Рассчитаем количество вырабатываемой энергии одним солнечным модулем в течение года по отдельным месяцам, таблица 20, по полученной таблице построим график вырабатываемой мощности, рисунок 17.

Модуль мощностью P_{CM} в течение выбранного периода выработает следующее количество энергии:

$$W_{CM} = \frac{kP_{CM}\lambda}{1000}, \text{ кВтч}; \quad (7)$$

где, λ - значение инсоляции за выбранный период, $кВтч/м^2$;

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

Значение солнечной инсоляции пересчитано на наклонную поверхность, то коэффициентом можно пренебречь [18].

Таким образом, формула будет иметь вид:

$$W_{CM} = \frac{P_{CM}\lambda}{1000}, \text{ кВтч}. \quad (8)$$

Пример расчёта для декабря:

$$W_{CM} = \frac{300 \cdot 38.998}{1000} = 11.7, \text{ кВтч};$$

Таблица 20 – Количество вырабатываемой мощности одним солнечным модулем ФСМ-300М

Месяц	$W_{1\text{СМ}}$, кВтч	$W_{\text{Н}}$, кВтч	$N_{\text{СМ}}$, шт	$W_{1354\text{СМ}}$
Январь	10.83	82869	7652	14664
Февраль	22.12	74850	3384	29950
Март	38.5	78135	2029	52129
Апрель	45.45	75614	1664	61539
Май	55.61	17187	309	75296
Июнь	55.71	15258	274	75431
Июль	57.59	15767	295	77977
Август	50.07	15767	315	67795
Сентябрь	34.69	17470	504	46970
Октябрь	24.55	18052	735	33241
Ноябрь	16.03	78403	4891	21705
Декабрь	11.7	82869	7083	15842
Итого	422,85	572242	-	572539

Из таблицы 20 видно, что для покрытия мощности нагрузки в зимний период необходимо свыше 7000 солнечных модулей, по предварительным расчётам это свыше 140 млн. рублей. Для уменьшения стоимости панелей уменьшим их количество. Возьмём такое количество панелей (1354), суммарная годовая выработка, которых будет соответствовать годовой мощности нагрузки. Составим график вырабатываемой мощности одной солнечной панели рисунок 17 и график баланса мощностей при использовании всех солнечных модулей, рисунок 18.

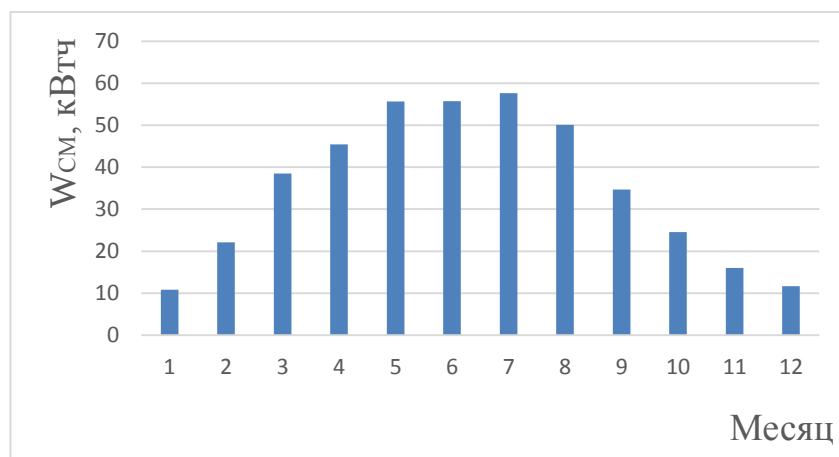


Рисунок 17 – График вырабатываемой мощности одного солнечного модуля

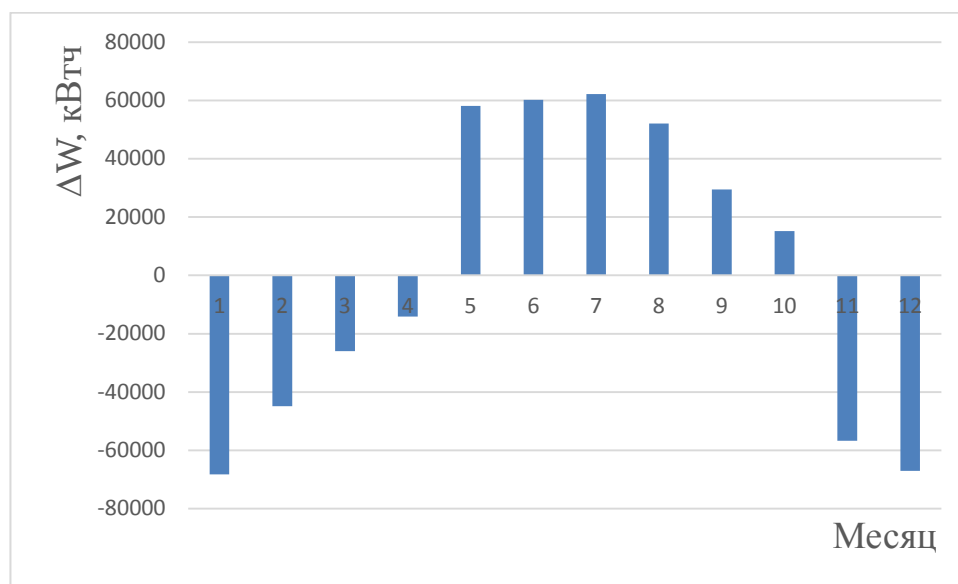


Рисунок 18 – Годовой баланс мощностей при использовании солнечных модулей

По полученному графику баланса, можно сделать вывод, что в сезон работы курорта существует сильный дефицит энергии, обусловленный низкой солнечной активностью в этот период. В летний период, напротив, выработка электроэнергии сильно превышает её потребление.

Примерная стоимость 1354 солнечных модулей составляет 27 млн. рублей. Эта стоимость превышает стоимость использования ветропарка. В основное время работы горнолыжного комплекса, выработка энергии недостаточна, даже для основного потребителя, за исключением марта и апреля. В летнее время возникает проблема использования излишков производимой электроэнергии.

Анализ солнечного потенциала в главе 2 и анализ использования солнечных модулей показал неэффективность данного способа.

3.4 Разработка схемы подключения

Для работы ветрогенератора Condor Air в составе электрической сети необходимо дополнительное оборудование которое не входит в базовый

комплект поставки. Дополнительное оборудование подбирается индивидуально для каждого объекта.

Аккумуляторные батареи необходимы для накопления электрической энергии для последующего её использования. Так же, аккумуляторы выравнивают и стабилизируют выходное напряжение из генератора, что позволяет получать стабильное напряжение при порывистом ветре.

Особое управляющее устройство, сочетает в себе мощную систему возбуждения асинхронного генератора, позволяющее получать достаточный ток для заряда АКБ всего при трёх поворотах ротора генератора, и мощное выпрямительно-зарядное устройство. С выбранными ветроустановками используется контроллер собственной разработки компании «EDS Group», представляющий собой уникальное устройство. Настройка контроллера в зависимости от входного напряжения инвертора, типа аккумулятора, скорости ветра в регионе, необходимости балластной нагрузки и т.д. производится сотрудниками компании.

Автомат автоматического включения резерва (ABP) автоматически переключает источник питания. Позволяет объединить ветрогенератор с сетью и/или другие типы генераторов в единую автоматизированную систему.

Инвертор преобразовывает постоянный ток в переменный. Может быть нескольких типов в зависимости от схемы подключения и типа электроприёмников.

Для использования выбранных ветрогенераторов на территории горнолыжного комплекса предлагается схема подключения, представленная на рисунке 19.

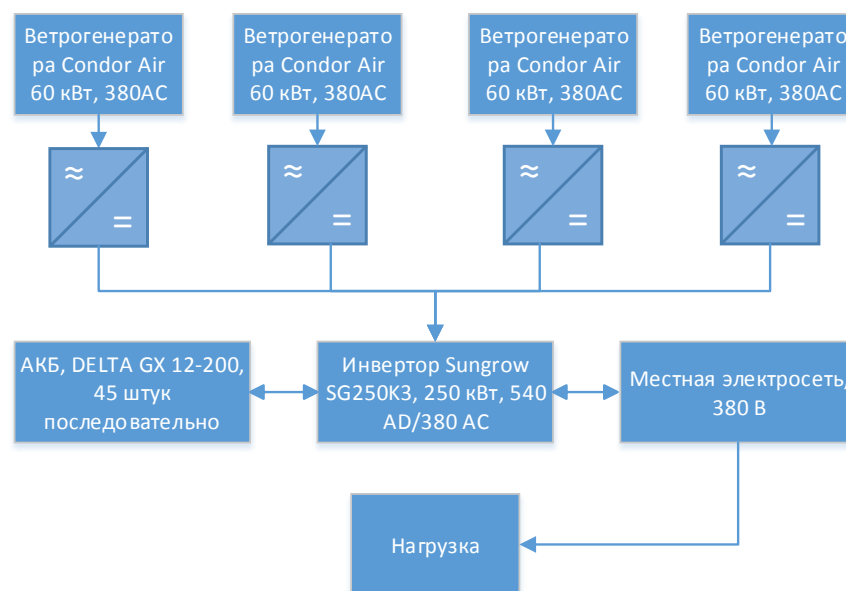


Рисунок 19 – Структурная схема подключения ветрогенератора с АКБ и коммутацией с сетью

При наличии ветра, лопасти ветрогенератора приводят в движение ротор установки. Вращение ротора через мультипликатор передаётся на вал генератора. При достижении генератором примерно 100 об/мин (4 об/мин вращение ветротурбины) возникает генерация. От скорости ветра будет зависеть количество вырабатываемой энергии.

Датчик тока изменяет частоту возбуждения генератора, изменяя скорость вращения ротора ветрогенератора в зависимости от скорости ветра от 4 об/мин. до 30 об/мин.

Далее, напряжение с генератора выпрямляется 3-х фазным мостом и поступает на вход сетевого инвертора. Инвертор преобразовывает постоянный ток в переменный, синхронизирует его с местной электросетью и отдаёт в неё. Потребители подключаются к местной сети электроснабжения.

Благодаря такой схеме подключения ветрогенераторов к сети достигается максимально полное и эффективное использование производимой электроэнергии. А местная сеть выступает в качестве накопителя электрической энергии бесконечной ёмкости.

На рассматриваемой территории длительные перерывы ветра отсутствуют. Необходимость накапливать электроэнергию отсутствует.

Однако, для нормальной работы сетевого инвертора необходимы аккумуляторные батареи, служащие дополнительным источником энергии для стабилизации выходного напряжения. Для выбранного сетевого инвертора рекомендуется использовать аккумуляторные батареи ёмкостью не менее 200 А·ч.

Энергия, запасаемая аккумуляторами, определяется по формуле:

$$E_{\text{АКБ}} = 0,7 \cdot C \cdot U \cdot n, \text{кВтч}; \quad (9)$$

где, 0,7 коэффициент глубины разряда аккумуляторной батареи (30%);

C – ёмкость аккумулятора, А·ч;

U – напряжение аккумулятора, В;

N – количество аккумуляторных батарей.

$$E_{\text{АКБ}} = 0,7 \cdot 200 \cdot 12 \cdot 45 = 75.6, \text{кВт} \cdot \text{ч}.$$

В таблице 21 представлено количество требуемого оборудования и его стоимость.

Таблица 21 – Оборудование для подключения ветрогенератора с АКБ

№	Оборудование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	Ветрогенератор Condor Air Max 60 кВт	4	2 750 000	11 000 000
2	Сетевой инвертор Sungrow SG250K3 250 кВт	1	2 500 000	2 500 000
3	Гелевые аккумуляторные батареи Delta GX 12-200	45	16 950	762 750
4	Трёхфазный счётчик, NP542	1	5 428	5 428
Итого				14 268 178

Таким образом, полученная система состоит из 4 отдельных ветрогенераторов объединённых в ветропарк. Четырёх мостовых выпрямителей и автономного инвертора с аккумуляторными батареями связывающего ветропарк с местной сетью электроснабжения. Технические параметры основного энергетического оборудования приведены в приложениях Б (ветрогенератор) и В (сетевой инвертор).

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЭУ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MATLAB

4.1 Постановка задачи

В данной главе ставится задача получения результатов функционирования системы ВЭУ и инвертора. Модель ВЭУ, генератор и инвертор получены в программном комплексе Matlab/SimPowerSystems.

4.2 Система моделирования SimPowerSystems

Для моделирования электроэнергетических систем, а также устройств электротехники и промышленной электроники служит пакет расширения SimPowerSystems. В этом пакете имеются блоки большинства электротехнических элементов и устройств: трансформаторов, ЛЭП, синхронных генераторов, асинхронных двигателей, полупроводниковых элементов, преобразователей, измерительных приборов и т.д.

Методика построения моделей SimPowerSystems практически не отличается от методики построения Simulink моделей. И в том, и в другом случае используются блоки, которые соединяют между собой. Отличие заключается в том, что в моделях Simulink это линии передачи сигнала, а в моделях SimPowerSystems линии – некие виртуальные проводники, по которым протекает виртуальный ток. Для измерения этого тока используется блок измерителя тока, который подключается в разрыв проводника (линии), а сигнал с этого блока поступает на осциллограф, дисплей или иной блок расширения Simulink. Таким образом, эти два блока очень тесно связаны между собой [30].

4.3. Моделирование аэродинамической части ветроэнергетической установки в Matlab

Механический модуль представлен встроенной моделью ветровой турбины, изображенной на рисунке 30.

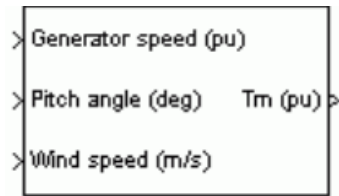


Рисунок 30 – Блок-схема ветровой турбины

Выходная мощность турбины задается следующим выражением:

$$P_m = c_p(\lambda, \beta) \cdot \frac{\rho \cdot A}{2} V_{wind}^3,$$

В этом уравнении используется зависимость $c_p(\lambda, \beta)$. Это значение основывается на моделировании характеристик турбины и может быть рассчитано по формулам 1.2 – 1.3, где коэффициенты c_1 – c_6 принимают значения: $c_1=0.5176$, $c_2=116$, $c_3=0.4$, $c_4=5$, $c_5=21$ и $c_6=0.0068$. Характеристика c_p – λ для различных углов β приведена на рисунке 31. Максимальное значение $c_p=0.48$ достигается при $\beta=0$ градусов и для $\lambda=8.1$. Это особое значение λ определяется как номинальное значение быстроходности. Выражение для выходной мощности турбины можно нормализовать. Тогда в о.е. получим:

$$P_{m_pu} = k_p c_{p_pu} V_{wind_pu}^3,$$

Где P_{m_pu} - мощность в о.е. от номинальной мощности для конкретных значений ρ и A ; c_{p_pu} – коэффициент мощности в о.е. от максимального значения c_p ; V_{wind_pu} – скорость ветра в о.е. от базовой скорости ветра, базовая скорость ветра означает среднее значение ожидаемой скорости ветра в м/с; k_p – коэффициент усиления по мощности для $c_{p_pu}=1$ о.е и $V_{wind_pu}=1$ о.е. меньше или равен 1.

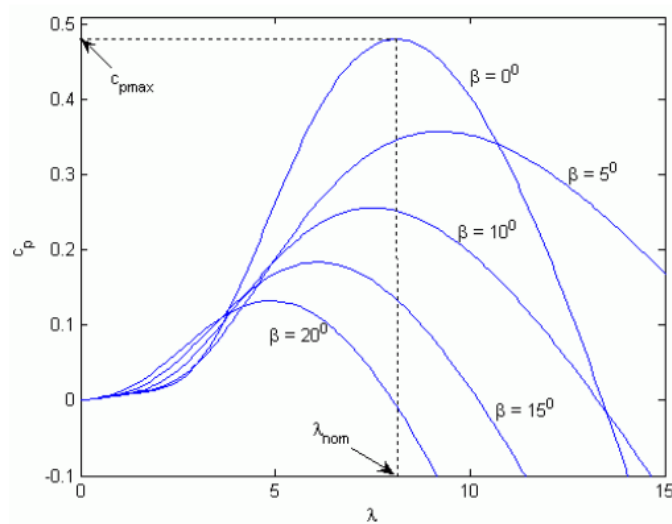


Рисунок 31 – Зависимость c_p - λ

4.4 Общий вид модели

Общий вид модели ВЭУ в Matlab представлен на рисунке 32.

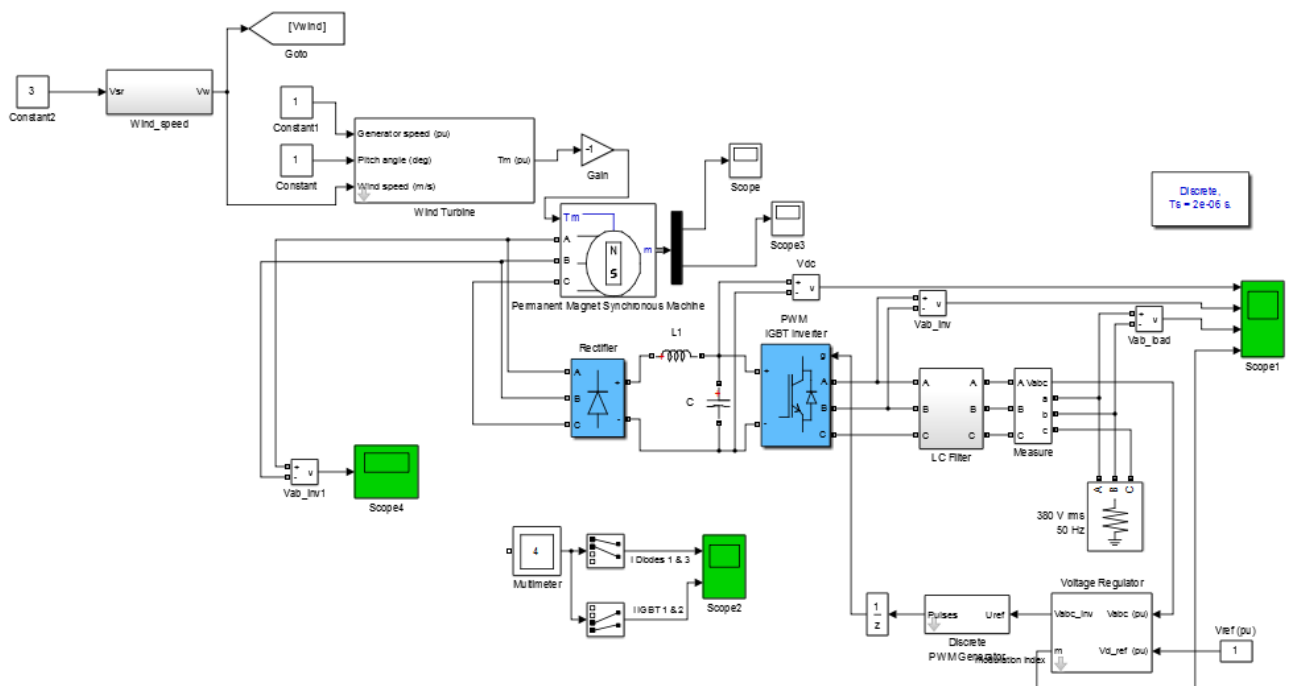


Рисунок 32 – Общий вид модели в Matlab

Блок Permanent Magnet Synchronous Machine - является моделью классической синхронной машины с постоянными магнитами. В модели не учитывается насыщение магнитной цепи, поскольку такие машины имеют, как правило, повышенный воздушный зазор.

Порты модели А, В и С являются выводами статорной обмотки машины. Входной порт Тm служит для задания момента сопротивления. На выходном порту m формируется векторный сигнал, состоящий из 10 элементов:

- 1-3: токи обмотки статора
- 4-5: проекции токов статора на оси q и d
- 6-7: проекции напряжений статора на оси q и d
- 8: скорость ротора
- 9: угла поворота ротора
- 10: электромагнитный момент

Для удобства извлечения переменных машины из выходного вектора измеряемых переменных в библиотеке SimPowerSystems предусмотрен блок Machines Measurement Demux.

Электрическая часть модели машины описывается системой уравнений связанных с ротором:

$$\frac{d}{dt}i_d = \frac{1}{L_d}V_d - \frac{R}{L_d}i_d + \frac{L_q}{L_d}p\omega_r i_q,$$

$$\frac{d}{dt}i_q = \frac{1}{L_q}V_q - \frac{R}{L_q}i_q + \frac{L_d}{L_q}p\omega_r i_d - \frac{\lambda p\omega_r}{L_q},$$

$$T_e = 1.5 p[\lambda i_q + (L_d - L_q)i_d i_q].$$

Все параметры ротора и его переменные приведены к статору.

В системе уравнений приняты следующие обозначения:

- L_q, L_d - индуктивности статора по осям q и d,
- R - активное сопротивление обмотки статора,
- i_q, i_d - проекции тока статора на оси q и d,
- V_q, V_d - проекции напряжения статора на оси q и d,
- ω_r - угловая скорость ротора,
- λ - магнитный поток наводимый постоянными магнитами в обмотке статора,
- p - число пар полюсов,

- T_e - электромагнитный момент.

Механическая часть модели описывается следующими уравнениями:

$$\frac{d}{dt}\omega_r = \frac{1}{J}(T_e - F\omega_r - T_m),$$

$$\frac{d}{dt}\theta = \omega_r,$$

где

- J - суммарный момент инерции ротора и нагрузки,
- F - коэффициент вязкого трения ротора и нагрузки,
- θ - угол положения ротора,
- T_m - момент сопротивления.

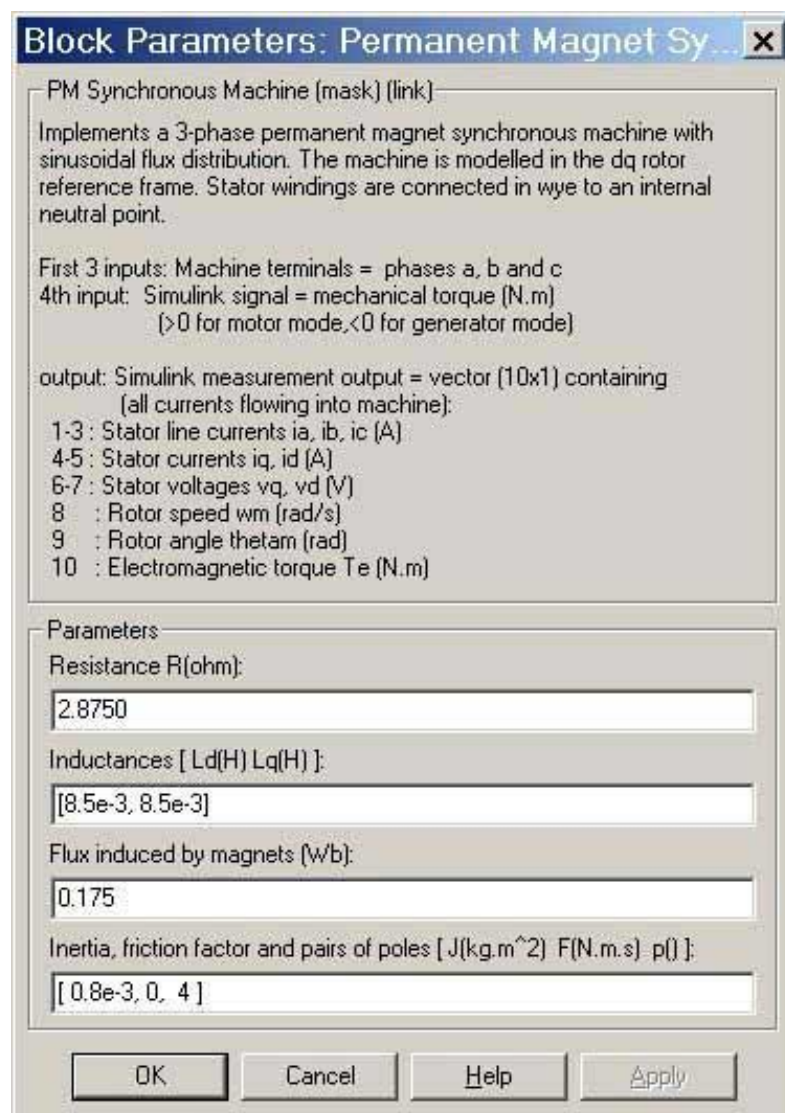


Рисунок 33 - Окно задания параметров

Параметры блока:

Resistance $R(\text{ohm})$:

[Активное сопротивление статора R (Ом)].

Inductances [$L_d(\text{H})$ $L_q(\text{H})$]:

[Индуктивности статора по продольной и поперечной оси $L_d(\text{Ом})$ $L_q(\text{Ом})$].

Flux induced by magnets (Wb):

[Поток возбуждения (Вб)].

Inertia, friction factor and pairs of poles [$J(\text{kg.m}^2)$ $F(\text{N.m.s})$ $p()$]:

[Момент инерции J ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$), коэффициент трения F ($\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}$) и число пар полюсов p].

Инвертор смоделирован на основе IGBT транзистора.

Модель IGBT транзистора состоит из последовательно включенных резистора R_{on} , индуктивности L_{on} , источника постоянного напряжения V_f и ключа SW . Блок логики управляет работой ключа. Включение прибора происходит в случае, если напряжение коллектор-эмиттер положительно и больше, чем V_f и на затвор транзистора подан положительный сигнал ($g > 0$). Выключение прибора происходит при уменьшении сигнала на затворе до нуля ($g = 0$). При отрицательном напряжении коллектор-эмиттер транзистор находится в выключенном состоянии.

Статические вольт-амперные характеристики модели IGBT транзистора для включенного и выключенного состояний показаны на рис. 34.

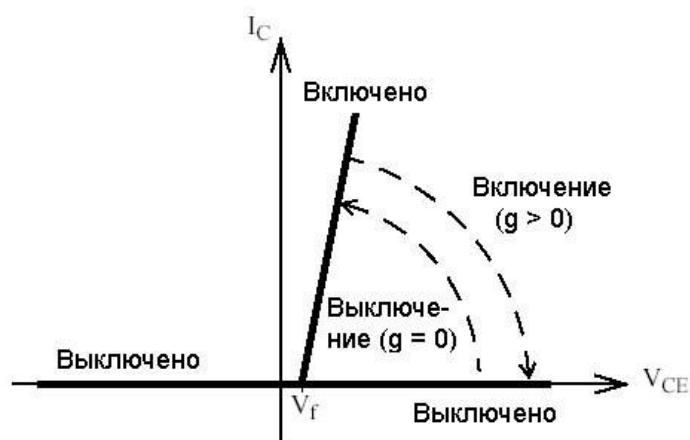


Рисунок 34 – Статические ВАХ

В модели параллельно самому прибору включена последовательная RC-цепь, выполняющая демпфирующие функции.

Block Parameters: IGBT

IGBT (mask) (link)

Implements an IGBT device in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the IGBT model has internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). In off-state the IGBT model has infinite impedance. The internal inductance cannot be set to zero.

Discretization of the IGBT is available only through the Universal Bridge block.

Parameters

Resistance R_{on} (Ohms) :

0.01

Inductance L_{on} (H) :

1e-6

Forward voltage V_f (V) :

1

Current 10% fall time T_f (s) :

1e-6

Current tail time T_t (s):

2e-6

Initial current I_c (A) :

0

Snubber resistance R_s (Ohms) :

0

Snubber capacitance C_s (F) :

0.01e-6

OK Cancel Help Apply

Рисунок 35 – Окно задания параметров

Параметры блока:

Resistance R_{on} (Ohm):

[Сопротивление во включенном состоянии (Ом)],

Inductance L_{on} (H):

[Индуктивность во включенном состоянии (Гн)].

Forward voltage V_f (V):

[Падение напряжения в прямом направлении (В)].

Current 10% fall time T_f (s):

[Время спада тока до уровня 0.1 от тока в момент выключения (с)].

Current tail time T_t (s):

[Время затягивания (с)]. Время, за которое ток уменьшится до нуля от уровня 0.1 тока в момент выключения.

Initial current I_c (A):

[Начальное значение тока (A)]. При значении параметра равном нулю моделирование начинается при закрытом состоянии прибора. Если параметр задан положительным значением, то моделирование будет начато при открытом состоянии прибора.

Snubber resistance R_s (Ohm):

[Сопротивление демпфирующей цепи (Ом)].

Snubber capacitance C_s (F):

[Емкость демпфирующей цепи (Ф)].

На выходном порту блока обозначенном m , формируется векторный Simulink-сигнал из двух элементов. Первый элемент -ток коллектор-эмиттер транзистора, второй - напряжение коллектор-эмиттер транзистора.

4.5 Результаты моделирования системы

В данном разделе представлены полученные в результате моделирования графики линейного напряжения. На рис.36 представлен график выработки линейного напряжения ВЭУ на выходе генератора. На рис.37 – график линейного напряжения на выходе инвертора.

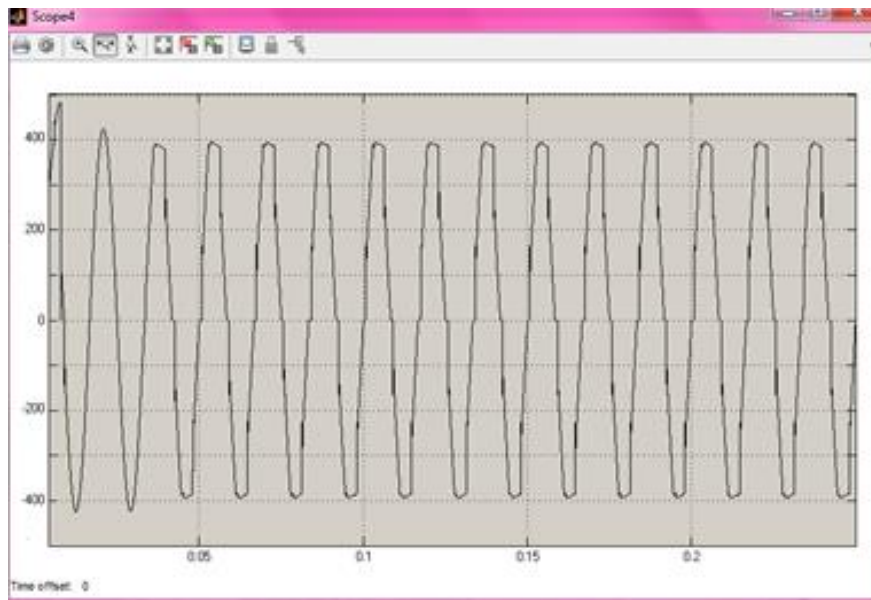


Рисунок 36 – График линейного напряжения на выходе генератора

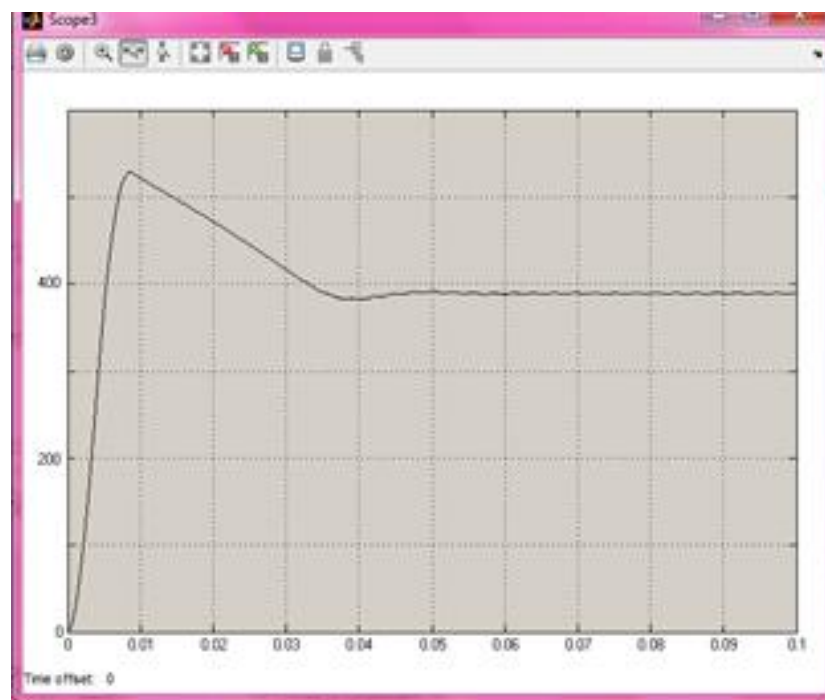


Рисунок 37 – График линейного напряжения на выходе инвертора

По полученным характеристикам можно сделать вывод, что смоделированная система ВЭУ вырабатывает необходимое напряжение. Данную модель можно использовать для дальнейшего исследования.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной научно-исследовательской работе определяется перспективность и успешность разрабатываемого проекта, разрабатываются механизмы управления и сопровождения проектных решений на этапе реализации.

Целью данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности, целесообразности проведения научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки проекта;
- осуществить планирование этапов выполнения работ;
- рассчитать бюджет проекта;
- произвести оценку ресурсоэффективности научно-исследовательской работы.

5.1 Инициация научного исследования (НТИ)

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового исследования или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны исследования, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного исследования.

Таблица 22 – Цели и результат исследования

Цели научного исследования:	Разработка системы электроснабжения горнолыжного курорта на базе возобновляемых источников энергии на территории Кемеровской области.
Ожидаемые результаты научного исследования:	Разработка схемы электрического присоединения ветровой станции к уже существующей системе электроснабжения.
Требования к результату научного исследования:	Требование:
	Выбранный вариант должен максимально эффективно подходить для данного региона и учитывать специфику энергопотребления.
	Готовность проекта к реализации в условиях производства

Потенциальными потребителями результатов исследования являются объекты курорта Шерегеш. Это связано с тем, что верно разработанная система электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии даст возможность оценки годовых энергозатрат, что в свою очередь приведет к экономии финансовых затрат на оплату электроэнергии и содержание объектов горнолыжного курорта.

5.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT – анализ проекта позволяет оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие реализации проекта. Для анализа проекта составлена таблица 23.

Таблица 23 – SWOT – матрица

Сильные стороны проекта	Возможности во внешней среде
1) Новизна проекта 2) Новейшее оборудование 3) Независимость от ископаемого топлива 4) Соответствие ЭС-2030 5) Соответствие техническим требованиям 6) Схема подключения обеспечивает максимальную энергоэффективность 7) Минимальные потери 8) Сезонная выработка энергии соответствует пику потребления электроэнергии	1) Поддержка Государства 2) Содействие со стороны чиновников 3) Отсутствие конкуренции 4) Стабильный ветровой поток в течение года 5) Высокая скорость ветра на выбранном участке 6) Благоприятные господствующие направления ветра
Слабые стороны проекта	Угрозы внешней среды
1) Постройка и эксплуатация требует высококвалифицированного персонала 2) Отсутствие подобных проектов 3) Расположение в зоне с тяжёлыми природными условиями 4) Труднодоступное расположение 5) Отсутствие автономности спроектированной системы 6) Высокая стоимость оборудования	1) Наличие безветренных периодов 2) Появление более эффективного оборудования

Сильные стороны исследовательской проекта: новизна проекта; независимость от ископаемого топлива; новейшее оборудование; минимальные потери; сезонная выработка энергии соответствует пику потребления электроэнергии. Данные сильные стороны позволят развить энергетику региона в целом.

5.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим готовность проекта к коммерциализации, заполнив соответствующий бланк (таблица 24).

Таблица 24 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	5
3.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	4
4.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
5.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	1
6.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
7.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	3
8.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
9.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
10.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
11.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
12.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
13.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	42	47

По суммарным значениям баллов $B_{\text{сум}} = 47$ можно сказать, что проект обладает перспективностью выше среднего. Значение позволяет говорить о готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Тем не менее, произведенная оценка готовности научной разработки требует дальнейшего совершенствования проекта и более глубоких исследований в области маркетинга.

5.4 Календарный план проекта

Для строительства данного объекта необходима рабочая группа в состав которой входят люди различных профессий: крановщики, бетонщики, инженер-механики, инженер-электрики и др.

В данном разделе составлен план проведения строительно-монтажных работ по строительству ветровой электростанции, произведено распределение рабочих по видам работ. Составлен порядок этапов и работ, таблица 25.

Таблица 25 – Основные этапы и работы по выполнению проекта

№ Этапа	Основные этапы	№ Работ	Содержание работ	Исполнители
1	Доставка оборудования и материалов на место строительства	1	Встреча оборудования и необходимых материалов на железнодорожном вокзале г. Таштагол	Сотрудники логистической службы
		2	ПЕРЕГРУЗКА на дорожный транспорт	
		3	Доставка к подножию горы Зелёная	
		4	Разгрузка	
		5	Доставка оборудование на место установки	
2	Подготовка фундамента под ветрогенераторы и технологическое помещение, прокладка кабель-каналов	6	Установка винтовых свай	Строительная служба
		7	Установка кабель-каналов, прокладка в них кабелей	

Продолжение таблицы 25

3	Строительство технологического помещения	8	Строительство технологического помещения	Строительная служба
4	Сборка ветрогенераторов	9	Сборка опор	Инженеры-механики, инженеры-электрики
		10	Сборка гондол и опор	
		11	Сборка лопастей	
5	Поднятие ветрогенераторов и установка на фундамент	12	Поднятие и установка ветрогенератора	Крановщики, инженеры-механики
6	Установка преобразователя и аккумуляторов	13	Установка оборудования	Инженеры-механики, инженеры-электрики
7	Монтирование электрических соединений	14	Монтаж электрических подключений	Инженеры-электрики
8	Пуско-наладочные работы	15	Пуск и настройка работы оборудования	Инженер-механик

Строительно-монтажные работы достаточно длительны во времени, и дороги. Они составляют значительную стоимость проекта, поэтому определение трудоёмкости, последовательности этапов и определение их продолжительности крайне важно.

При строительстве объекта, все операции стандартны и имеют чёткую продолжительность во времени. Вероятностный характер каких-либо работ отсутствует. Продолжительность отдельных работ и представлена в календарном плане, таблица 26.

Все работы разбиты на отдельные этапы и на каждые этапы назначены разные исполнители, таблица 27.

Таблица 26 – Календарный план выполняемых работ

№	Название задачи	Начало	Окончание	Длительность	ИЮН 2015																												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	Приёмка оборудования и материалов	01.06.2015	01.06.2015	1д																													
2	Перегрузка на дорожный транспорт	01.06.2015	01.06.2015	1д																													
3	Доставка к подножию горы Зелёная	02.06.2015	02.06.2015	1д																													
4	Разгрузка	02.06.2015	02.06.2015	1д																													
5	Подъём оборудования на гору	03.06.2015	04.06.2015	2д																													
6	Установка винтовых свай	05.06.2015	08.06.2015	2д																													
7	Строительство технологического помещения	09.06.2015	17.06.2015	7д																													
8	Прокладка кабелей	09.06.2015	11.06.2015	3д																													
9	Сборка опор генераторов	05.06.2015	08.06.2015	2д																													
10	Сборка гондол и опор между собой	09.06.2015	09.06.2015	1д																													
11	Монтирование лопастей к гондоле	10.06.2015	10.06.2015	1д																													
12	Поднятие и установка ветрогенератора	11.06.2015	12.06.2015	2д																													
13	Установка дополнительного оборудования	18.06.2015	23.06.2015	4д																													
14	Монтаж электрических подключений	24.06.2015	25.06.2015	2д																													
15	Пусконаладочные работы	26.06.2015	29.06.2015	2д																													

Таблица 27 – Календарный план проекта по строительству ветровой станции

Этап	Работа	Исполнители	Длительность работ, дней	Дата начала работ	Дата окончания работ
1	1 - 2	Логистика	1	01.06.15	01.06.15
	3 - 4	Логистика	1	02.06.15	02.06.15
	5	Логистика	2	03.06.15	04.06.15
2	6	Строители	2	05.06.15	08.06.15
	7	Строители	3	09.06.15	17.06.15
3	8	Строители	7	09.06.15	11.06.15
4	9	Инженеры	2	05.06.15	08.06.15
	10	Инженеры	1	09.06.15	09.06.15
	11	Инженеры	1	10.06.15	10.06.15
5	12	Инженеры	2	11.06.15	12.07.15
6	13	Инженеры	4	18.06.15	23.06.15
7	14	Инженеры	2	24.06.15	25.06.15
8	15	Инженер	2	26.06.15	29.06.15
Итого			30	-	

Приёмка оборудования на железнодорожном вокзале осуществляется вместе с погрузкой на дорожный транспорт и занимает одного рабочий день. Доставка к подножию горы, разгрузка и подготовка к подъёму на гору, по длительности не превышает одного рабочего дня. Подъём оборудования на гору не является серьёзной проблемой и осуществляется с помощью подвесной канатной дороги. Но большое количество оборудования и материалов растягивает этот процесс до двух рабочих дней.

Установка винтовых свай позволяет после их установки моментально позволяет осуществлять последующие операции. Длительность установки винтовых свай не превышает двух дней. Прокладка кабель-каналов и укладка в них кабелей производится за три дня.

Технологическое помещение необходимо для размещения в нём инверторной станции и аккумуляторных батарей. Строительство подобного помещения производится за 7 рабочих дней.

Сборка ветровых установок производится специально обученными инженерами, длительность всех операций по наземной сборке длится 4 дня.

Установка ветрогенераторов на фундамент из винтовых свай происходит за максимум 2 рабочих дня.

Наличие большого количества аккумуляторов в размере 45 штук увеличивает длительность их совместного подключения и подключения к инверторной станции. Длительность работ 4 дня.

Электрическое подключение ветрогенераторов к аккумуляторам и инверторной станции, и последующее подключение ветровой электростанции к имеющейся сети электроснабжения занимает 2 дня.

Пусконаладочные работы электростанции занимают 4 календарных дня.

Ожидаемое время строительства составляет один месяц. Построим линейный график работ, рисунок 38, в котором отражается все этапы и длительность всех видов работ.

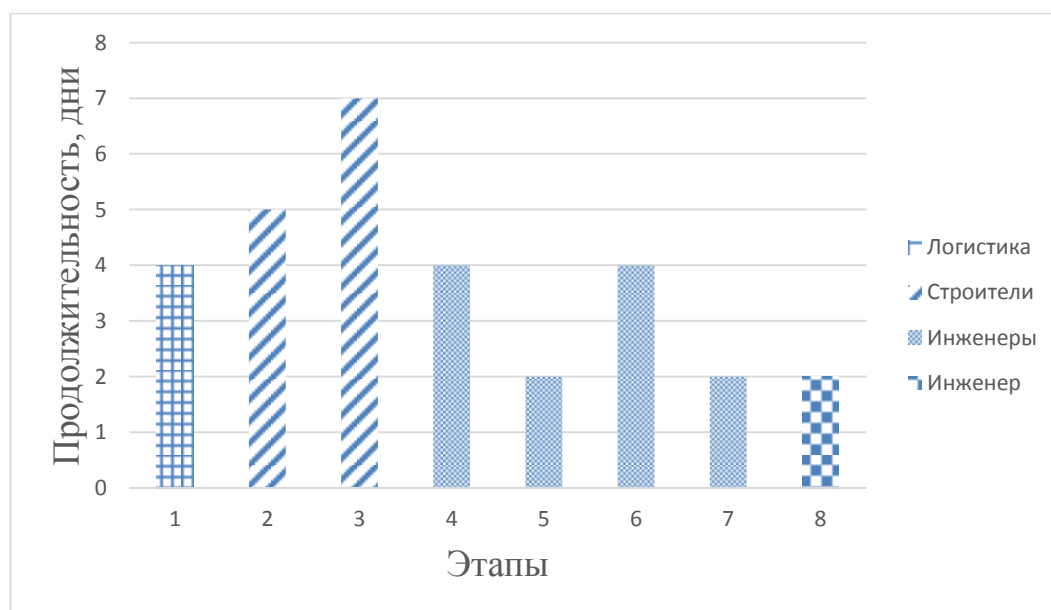


Рисунок 38 – Линейный график работ

5.5 Смета проекта

5.5.1 Затраты по оплате труда (заработная плата и отчисления на социальные нужды 30% от ФОТ)

Данный пункт включает в себя статью расходов связанную с заработной платой работающего персонала. Для каждого этапа работ привлекаются отдельные службы стоимость работ которых складывается согласно смете привлекаемой организации.

1) Логистика.

В задачи логистики входит приём, погрузка, доставка, разгрузка и доставка к месту работы необходимого оборудования и материалов. Для привлечения погрузочно-разгрузочных и такелажных работ необходимо привлечение 20 человек. Согласно прайсу компании «Персональное решение» г. Новокузнецк [19], стоимость одного часа составляет 180 рублей. Согласно календарному плану длительность данного вида работ составляет 4 рабочих дня или 32 часа. Стоимость работы 20 человек составит 115,2 тыс.руб.

2) Строительство.

Строительство подразумевает под собой целый комплекс различных работ. Для строительства объекта необходимо 2 строительные бригады. Одна бригада отвечает за строительство фундамента под производственное помещение и ветрогенераторы, а так же за прокладку кабельных линий. Вторая бригада отвечает за строительство помещения. Приведённые работы необходимые для строительства объекта и их стоимость представлены в таблице 28. Стоимость работ взята с прайс листа строительной компании «Олимпия» [20]. Цены действительны на 2015 год. Стоимость прокладки кабеля взята с прайса компании «LBM-СТРОЙ» [21].

Таблица 28 – Стоимость основных строительных работ

№	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, тыс.руб
1	Изготовление и установка металлоконструкций каркаса здания из профилированного металла	тн.	2	25	50
2	Монтаж стеновых сэндвич панелей	м ²	48	300	14,4
3	Монтаж кровельных сэндвич панелей	м ²	25	340	8,5
4	Монтаж винтовых свай с бетонированием под помещение	шт.	12	2566	30,72
5	Монтаж винтовых свай с бетонированием под ветрогенератор	шт.	4	3500	14
6	Монолитное железобетонное перекрытие	м ²	16	3400	54,4
7	Подготовка поверхности (насечка)	м ²	48	150	7,2
8	Штукатурка стен до 30мм.	м ²	48	250	12
9	Грунтовка поверхностей	м ²	48	50	2,4

Продолжение таблицы 28

10	Окраска стен	м ²	48	120	5,76
11	Электромонтаж в производственных помещениях	м	50	1400	70
12	Установка автоматов защиты	шт.	2	500	1
13	Установка светильников	шт.	6	500	3
14	Прокладка кабеля в траншее	м	300	850	255
Итого					615,4

3) Инженерные работы.

Инженерные работы: сборка оборудования, монтаж оборудования, пусконаладочные работы выполняют специалисты компании предоставляющие энергетическое оборудование. Стоимость сборки, установки и настройки оборудования составляет не менее 5% от его стоимости. Перечень и стоимость оборудования представлен в таблице 22, глава 3 данной работы. Общая стоимость оборудования составляет 14 млн. 268 тыс.руб. Стоимость работ инженеров составит 713,4 тыс.руб. Количество специалистов зависит от сложности объекта и определяется компанией предоставляющей оборудование.

Итоговые затраты по оплате труда представлены в таблице 4.8.

Таблица 29 – Затраты по оплате труда

№	Исполнители	ЗП, тыс.руб.
1	Специалисты по такелажным работам и грузчики	115,2
2	Первая строительная бригада	299,72
3	Вторая строительная бригада	315,68
4	Инженеры	713,4
5	30 % - отчисления на социальные нужды	433,2
Итого		1877,2

5.5.2 Материальные затраты

Для строительства ветровой электростанции будут привлекаться следующие службы:

1) Логистика.

Масса перевозимого груза составит 20 тонн. Расстояние перевозки 30 км. Для расчёта стоимости перевозки использовались цены логистической компании «Подольск Авто». Стоимость перевозки составит 70 тыс.руб.

2) Материалы на строительство производственного помещения.

Стоимость конструкции типового производственного помещения из сэндвич-панелей размером 4×4×3 м представлена в таблице 4.9. Стоимость получена на основании электронного каталога групп компаний «Рубикон» [22].

Таблица 30 – Стоимость конструкции производственного помещения

Наименование	Размер, мм	Кол-во	Ед. изм.	Цена (шт.), руб.	Стоимость, руб.
Стеновая панель 75	3000 × 4 шт.	12	м ²	1 000	12 000
Стеновая панель 75	3300 × 2 шт.	6,6	м ²	1 000	6 600
Стеновая панель 75	3500 ×	7	м ²	1 000	7 000
Стеновая панель 75	3800 × 2 шт.	7,6	м ²	1 000	7 600
Стеновая панель 75	4000 × 6 шт.	24	м ²	1 000	24 000
Кровельная панель 50	5200 × 5 шт.	26	м ²	900	23 400
Швеллер базовый оцинкованный (1.2Т П-/Z-образный)	38 × 77 × 38 × 3000	6	шт.	400	2 400
Уголок внешний	110 × 110 × 3000	4	шт.	420	1 680
Уголок внутренний	40 × 40 × 3000	6	шт.	150	900
Боковой кровельный профиль (фронтон)	3000	4	шт.	550	2 200
Торцевая заглушка кровли (волна)	1000	10	шт.	160	1 600
Болт-саморез для кровельных панелей	120	100	шт.	10	1 000
Заглушка для стенового болта	-	100	шт.	12	1 200
Болт-саморез для кровельных панелей	130	100	шт.	11	1 100
Заглушка для кровельного болта	-	100	шт.	13	1 300
Шуруп	8 × 16 (1000 шт./уп.)	1000	шт.	0,8	800
Итого					94 780 руб.

3) Стоимость фундамента

Стоимость фундамента на винтовых сваях под помещение составляет 30,8 тыс.руб. Стоимость одной винтовой сваи под ветрогенератор размером 108/300/4000 мм составляет 2,2 тыс.руб. Стоимость получена на основании каталога завода сварных конструкций «ЗСК» [23].

4) Стоимость кабельной линии.

В данном проекте используется ветропак, состоящий из четырёх ветрогенераторных установок. Каждая установка должна находиться на расстоянии не менее 50 метров друг от друга. Таким образом суммарная длина кабельных линий достигает 300 км. Сечение кабеля составляет 6 мм². Используется кабель марки АПвПу2г2 1×35/16-10. Данный кабель прокладывается в траншее. Стоимость кабеля составит 151,2 тыс руб. [24].

Итоговая стоимость материальных затрат представлена в таблице 4.10.

Таблица 31 – Материальные затраты

№	Описание	Стоимость, тыс.руб.
1	Доставка оборудования и строительных материалов	70
2	Строительные материалы для производственного помещения	94,78
3	Винтовые сваи	30,8
4	Кабельная линия, суммарная длина 300 м	151,2
Итого		315,98

5.5.3 Прочие затраты, амортизация, себестоимость энергии

Прочие затраты являются составной частью сметной стоимости строительства, включаются в отдельную графу сметной документации и могут относиться как к строительству в целом, так и к отдельным объектам и работам. Определяются строительными нормами и правилами.

Прочие расходы составляют 15% от суммы затрат и составляют 263,997 тыс.руб.

Амортизация.

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot C_{OB}}{F_D};$$

где H_A – годовая норма амортизации; средний срок службы оборудования составляет 10 лет, принимаем $H_A = 10\%$;

C_{OB} – цена оборудования, исходя из таблицы 22, глава 3
 $C_{OB} = 14$ млн. 268 тыс. руб.;

$$C_{AM} = \frac{0,1 \cdot 14268178}{12} = 118,9 \text{ тыс. руб./мес.}$$

Себестоимость энергии.

При выборе ветрогенераторов, было установлено что их суммарная вырабатываемая мощность за год 678988.8 кВтч. Рассчитаем стоимость основного оборудования и себестоимость электроэнергии для данного варианта.

Стоимость вырабатываемой ветрогенераторами энергии за год по одноставочному тарифу (в посёлке Шерегеш 1 кВт=2,31 р):

$$C_{ЭЭВ} = W_{ЭЭВ} \cdot T^{(1)} = 678988,88 \cdot 2,31 \cdot 10^{-3} = 1568 \text{ тыс. р.}$$

Себестоимость электроэнергии:

$$C_{ЭЭ} = \frac{C_{оборудования}}{W_{ЭЭВ}} = \frac{14268174}{678988,88} = 21.014 \text{ р/кВтч}$$

5.5.4 Смета затрат проекта

Смета – это расчёт всех предстоящих расходов, связанных с реализацией проекта. Смета проекта представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Смета проекта

№	Статья затрат	Сумма, тыс.руб.
1	Стоимость оборудования	14268
2	Материальные затраты	315,98
3	Фонд оплаты труда	1444
4	Отчисления из ФОТ	433,2
5	Прочие затраты	263,997
Итого		16725,355

5.6 Определение научно-технической эффективности проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности проекта необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

P_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 33 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.6
Теоретический уровень	0.4
Возможность реализации	0.2

Таблица 34 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 35 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами	8

Продолжение таблицы 35

Разработка способа (алгоритм, устройство, программы)	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 36 – Возможность реализации по времени и масштабам

<u>Время реализации</u>	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
<u>Масштабы реализации</u>	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль	4
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.6, P_1 = 6, k_2 = 0.4, P_2 = 7,$$

$$k_3 = 0.2, P_3 = 10, k_4 = 0.2, P_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.6 \cdot 6 + 0.4 \cdot 7 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 9.2$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет хорошие показатели новизны, значимость теоретического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей за сравнительно небольшое время реализации.

Выводы:

В ходе разработки данной главы магистерской диссертации были решены следующие задачи:

1. Составлен график проведения строительно-монтажных работ объекта. Было установлено, что на строительство данного объекта необходим

один месяц. Для строительства необходимо привлечение сторонних организаций, такие как службы логистики, строительные службы. Для иллюстрации календарного плана была использована диаграмма Ганта, что указывает на целесообразность проведения данного исследования.

2. Была рассчитана стоимость строительства данного объекта, которая составила 16725.355 тыс.руб. Из них на оборудование приходится 14268 тыс.руб. При расчёте себестоимости электроэнергии было установлено себестоимость производства энергии составляет 21,014 рублей.

3. Определена целесообразность проведения научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности, а также произведен расчет экономической эффективности и ресурсоэффективности данного исследования. Из приведенных расчетов выявлено, что данное научное исследование по интегральному показателю ресурсоэффективности вариантов является выгодным. В целом данное научное исследование является перспективным и целесообразным.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В процессе любой трудовой деятельности, каждый человек, вовлечённый в эту деятельность, подвергается воздействию целого комплекса производственных факторов. В свою очередь, эти факторы способны влиять на здоровье человека. Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда.

Реальные условия труда характеризуются различными вредными и опасными факторами. Зачастую, между опасными и вредными факторами не существует чёткой границы, каждый фактор может рано или поздно привести к потере здоровья или к несчастному случаю.

Для недопущения несчастных случаев и вреда здоровью, рабочее место должно быть спроектировано с соблюдением всех законодательных норм и правил, ГОСТов, СНиПов и Федеральных законов.

Данный раздел включает в себя описание опасных и вредных факторов, которые испытывает дежурный электромеханик на ветроэнергетической станции. Идентификацию потенциально опасных и вредных производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003–74[26].

Задачами данного раздела являются:

- 1) Анализ рабочего помещения на наличие опасных и вредных факторов;
- 2) Анализ законодательных и нормативных документов, затрагивающих данную тему;
- 3) Анализ влияния вредных и опасных факторов на инженера электромеханика, проанализировать меры по снижению влияния опасных и вредных факторов.

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Основное рабочее место инженера электромеханика располагается в производственном помещении. Основная работа производится с использованием персонального компьютера (ПК).

При работе с ПК возможны следующие вредные факторы: повышенный уровень шума, повышенная температура, нехватка естественного света, малая освещённость. К опасным факторам относится возможность поражения электрическим током и статическим электричеством.

Условия труда инженера механика определяются:

- Условием окружающей среды, микроклиматом: освещение, шум, вибрации, вентиляция, температурный режим;
- Характеристиками информационного взаимодействия человека и ПК.

6.1.2 Электромагнитные поля

В процессе работы электромонтер может подвергаться воздействию электрического поля промышленной частоты. Степень отрицательного воздействия электрического поля на организм человека оценивается по количеству поглощаемой телом человека энергии электрического поля, а также по току, проходящему через человека в землю, и по напряженности поля в месте, где будет находиться человек

Гигиенические нормы пребывания человека в электрическом поле электроустановок сверхвысокого напряжения промышленной частоты установлены действующими правилами в зависимости от напряженности поля в зоне его нахождения. Если напряженность поля на рабочем месте превышает 25кВ/м, или требуется большая продолжительность пребывания человека в поле, чем указано в таблице, работы проводятся с применением защитных экранирующих устройств или экранирующих костюмов.

Нормы времени пребывания человека в электрическом поле электроустановок промышленной частоты зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне определяются СанПиН 2.2.4.1191-03 [27].

Таблица 37 – Нормы времени пребывания человека в электрическом поле

Напряженность электрического поля, кВ/м	Допустимое время
Менее 5	не ограничивается
от 5 до 10	не более 3 часов
от 10 до 15	не более 1,5 часов
от 15 до 20	не более 10 минут
от 20 до 25	не более 5 минут

Ослабление мощности электромагнитного поля на рабочем месте можно достигнуть увеличением расстояния между источником излучения и рабочим местом, уменьшением мощности излучения источника, а также установкой отражающего или поглощающего экранов между источником и рабочим местом, применением средств индивидуальной защиты.

6.1.3 Шум

Шум — это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху.

Источниками звука являются упругие колебания материальных частиц и тел, передаваемых жидкой, твердой и газообразной средой.

Скорость звука в воздухе при нормальной температуре составляет приблизительно 340 м/с, в воде — 1 430 м/с, в алмазе — 18 000 м/с. Звук с частотой от 16 Гц до 20 кГц называется слышимый, с частотой менее 16 Гц — инфразвук и более 20 кГц — ультразвук.

Область пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем, которое характеризуется интенсивностью звука, скоростью его распространения и звуковым давлением.

Интенсивность звука — это количество звуковой энергии, передаваемой звуковой волной за 1 с через площадку 1 м^2 , перпендикулярную направлению распространения звука, Вт/м².

Звуковое давление — им называется разность между мгновенным значением полного давления, создаваемого звуковой волной и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Единица измерения — Па.

Порог слуха молодого человека в диапазоне частот от 1 000 до 4 000 Гц соответствует давлению 2×10^{-5} Па. Наибольшее значение звукового давления, вызывающего болезненные ощущения, называется порогом болевого ощущения и составляет 2×10^2 Па. Между этими значениями лежит область слухового восприятия.

Интенсивность воздействия шума на человека оценивается уровнем звукового давления (L), который определяется как логарифм отношения эффективного значения звукового давления к пороговому. Единица измерения — децибел, дБ.

На пороге слышимости при среднегеометрической частоте 1 000 Гц уровень звукового давления равен нулю, а на пороге болевого ощущения — 120–130 дБ.

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Для расчета уровня шума, возникающего от нескольких источников, используется принцип энергетического суммирования излучений отдельных источников:

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} ;$$

$$L = 10 \lg (10^{0,156} + 10^{0,145} + 10^{0,140} + 10^{0,145} + 10^{0,117} + 10^{0,110} + 10^{0,145} + 10^{0,142}) = 56,87 \text{ дБА}.$$

где L_i – уровень звукового давления i -го источника шума;

n – количество источников шума.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха.

Шум воспринимается весьма субъективно. При этом имеет значение конкретная ситуация, состояние здоровья, настроение, окружающая обстановка.

Основное физиологическое воздействие шума заключается в том, что повреждается внутреннее ухо, возможны изменения электрической проводимости кожи, биоэлектрической активности головного мозга, сердца и скорости дыхания, общей двигательной активности, а также изменения размера некоторых желез эндокринной системы, кровяного давления, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков глаз. Работающий в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, нарушение сна. В шумном фоне ухудшается общение людей, в результате чего иногда возникает чувство одиночества и неудовлетворенности, что может привести к несчастным случаям.

Основная цель нормирования шума на рабочих местах — это установление предельно допустимого уровня шума (ПДУ), который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и

последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

6.1.4 Микроклимат

1. Оптимальные условия микроклимата.

Холодный и летний период года - (t ниже $+10^{\circ}\text{C}$) на постоянных рабочих местах.

Характеристика производственных помещений:

-помещения, характеризующиеся незначительными избытками явной теплоты (23 Вт/м^2 и менее)

Категория работ: средней тяжести - Пб (233-290) Вт

Температура воздуха - $17,0-19,0^{\circ}\text{C}$

Относительная влажность воздуха – 60-40%

Скорость движения воздуха: Не более $0,2 \text{ м/с}$,

Температура воздуха вне постоянных рабочих мест: $13-20^{\circ}\text{C}$,

Тёплый период года - ($t +10^{\circ}\text{C}$ и выше) на постоянных рабочих местах

Температура воздуха вне постоянных рабочих мест: не более чем на 3°C выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч. самого жаркого месяца.

2. Допустимые условия микроклимата.

Холодный и летний период года - (t ниже $+10^{\circ}\text{C}$) на постоянных рабочих местах.

Характеристика производственных помещений:

-помещения, характеризующиеся незначительными избытками явной теплоты (23 Вт/м^2 и менее)

Категория работ: средней тяжести- Пб (233-290) Вт

Температура воздуха- $15,0-22,0^{\circ}\text{C}$

Относительная влажность воздуха – 15-75%

Скорость движения воздуха: $0,2-0,4 \text{ м/с}$,

Температура воздуха вне постоянных рабочих мест: $14-23^{\circ}\text{C}$,

Тёплый период года - ($t +10^{\circ}\text{C}$ и выше) на постоянных рабочих местах

Характеристика производственных помещений:

-помещения, характеризующиеся незначительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м²)

Категория работ: средней тяжести -Пб (233-290) Вт

Температура воздуха- 16,0-27,0 °С

Относительная влажность воздуха – 15-75%

Скорость движения воздуха: 0,2-0,5 м/с,

Температура воздуха вне постоянных рабочих мест: не более чем на 5 °С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч. самого жаркого месяца.

В холодные и теплые периоды параметры микроклимата обеспечиваются:

- отоплением;
- естественная и искусственная вентиляция;
- системой кондиционирования воздуха;

3.Производственная вентиляция

Нормы производственной вентиляции установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.4.021 – 75.

В котором предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего не менее 60 м³ /час.

Воздух, поступающий в помещение в зимнее время, подогревается, а в летнее время – охлаждается. Кроме того, поступающий воздух при необходимости может быть увлажнен или осушен.

6.1.5 Освещение

Низкая освещённость рабочего места препятствует длительной работе, вызывая утомление и способствуя развитию близорукости у работающего персонала. Слишком низкие уровни освещенности способны вызывать апатию и сонливость, в совокупности с другими факторами способны вызвать чувство тревоги. Длительное пребывание в таких условиях вызывает снижение интенсивности обмена веществ в организме и его общее ослабление. Подобные

симптомы наблюдаются и при работе в помещениях с ограниченным спектральным составом света. Слишком яркий свет ослепляет, понижает зрительную функцию, вызывает перевозбуждение нервной системы, снижает работоспособность. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения.

Нормирование естественного освещения осуществляется согласно СНиП 23-05-95.

Произведём расчёт освещения рабочего помещения инженера механика.

Размеры помещения: 24x8x6. Количество и площадь окон: 8 х 2,8

Характер помещения: малое количество пыли, пожароопасное помещение.

Для производственного помещения будет применяться система комбинированного освещения. Светильники ШОД (1530x284, мощность – 2x80 Вт, КПД=83 %).

Высота помещения составляет 6 метров, что позволяет использовать выбранный светильник (минимальная высота 2.5 м).

Расчёт размеров:

$H=6$ м; $LA=24$ м; $LB=8$ м; $h_p=0.8$ м;

Расстояние между светильниками и перекрытием: $h_c=3$ м.

Высота светильника над полом: $h_n=H - h_c=6 - 3=3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью: $h = h_n - h_p=3 - 0.8=2.2$ м.

$\lambda=1.3$, найдём расстояние между соседними светильниками
 $L=h*\lambda=2.2*1.3\approx 3$ м

Оптимальное расстояние от крайнего ряда светильников до стены
 $l=L/3=3/3\approx 1$ м.

Светильники разместим в 3 ряда. В ряду установим 12 светильников, расстояние между ними будет составлять 0.3 м.

План помещения с расположением светильников, рисунок 39.

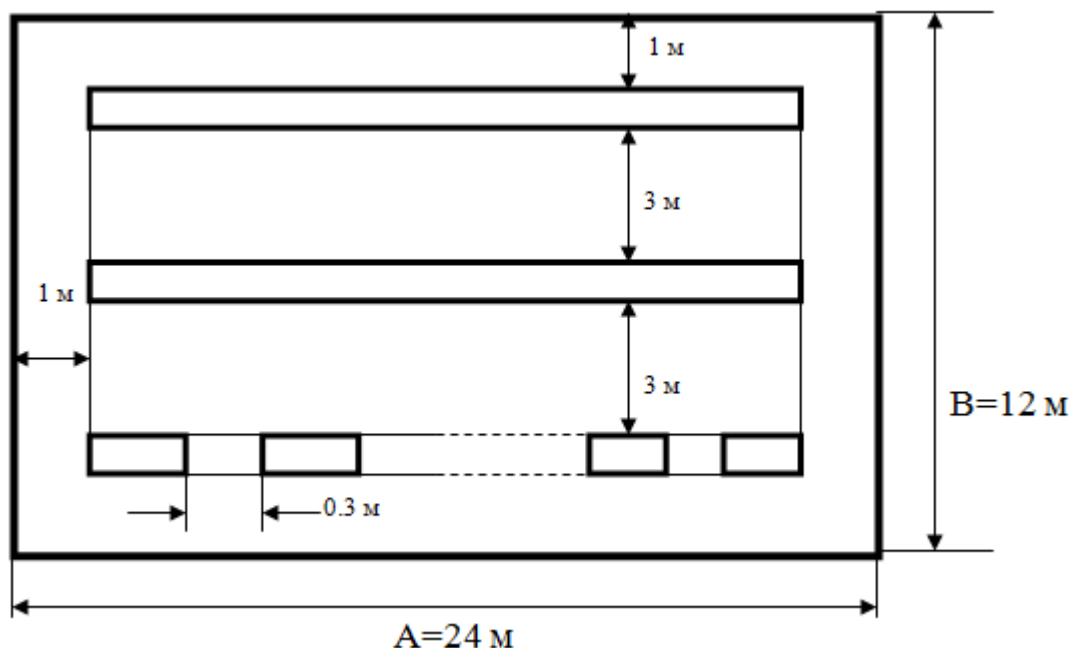


Рисунок 39 – План производственного помещения

Расчёт общего равномерного освещения. Световой поток в каждом ряду:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot \frac{Z}{n} \cdot \eta = 500 \cdot 192 \cdot 1.5 \cdot \frac{1.1}{72} \cdot 0.5 = 4400 \text{ Лм},$$

где, $E_n=500$ – минимальный уровень освещённости по СНиП 23-05-95, лк;

$S = 192 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

$K_z = 1.5$ – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника

$Z = 1.1$ – коэффициент неравномерности освещения, для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1.1;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h} (A + B) = \frac{192}{2.2} \cdot (24 + 8) = 2.72.$$

Мощность осветительной системы равна 6480 Вт.

6.2 Электробезопасность

При работе электрооборудования возможно повреждение изоляции токоведущих частей, повреждения средств защиты, и нарушения технологического режима. В результате данных нарушений, возможны аварии

и несчастные случаи со здоровьем и жизнью обслуживающего персонала. Поражение электрическим током является опасным фактором, который может привести к смерти человека. Электрический ток, проходя через тело человека, способен вызвать ожоги в местах прикосновения к токоведущим частям, поражение внутренних органов, остановку сердца. Техника безопасности является основной частью охраны труда и предусматривает технические и организационные мероприятия, которые обеспечивают безопасный труд в электроустановках.

Помимо правил техники безопасности имеются специальные правила устройства электроустановок (ПУЭ), которые предусматривают надежность и безопасность эксплуатации электроустановок.

В электроустановках напряжением выше 1000В поражение электрическим током может возникнуть и без непосредственного контакта с токоведущими частями. При приближении возникает искровой разряд, который переходит в электрическую дугу. В связи с этим все незаземленные токоведущие части помещены в специальные шкафы или ограждены.

Для безопасности ведения работ все разъединители имеют стационарные заземляющие ножи. Установка электрооборудования (расстояние от токоведущих частей до земли, зданий, сооружений, между токоведущими частями и другие) выполнены с соблюдением требований ПУЭ. На подстанции предусмотрены проезды и проходы, выполненные таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог производить осмотр электрооборудования, находящегося под напряжением, без его отключения.

Средства защиты, применяемые в электроустановках:

- изолирующие;
- ограждающие;
- экранирующие;
- предохранительные.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ (согласно ПТБ):

- оформление работы нарядом или распоряжением;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерывов в работе, переводов на другое рабочее место, окончание работ.

Ответственные за безопасность работ:

- лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение;
- ответственное лицо оперативного персонала – допускающий;
- ответственный руководитель работ;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады.

Каждый работник перед допуском к самостоятельной работе, обязан пройти обучение безопасным методам работы на рабочем месте и сдать экзамен на проверку знаний техники безопасности.

6.3 Охрана окружающей среды

В составе проекта газогенераторной станции должен быть раздел «Охрана окружающей среды», согласованный с региональными органами санитарно-эпидемиологического надзора и экологической экспертизы.

В разделе предусматривают выполнение комплекса мероприятий по охране окружающей среды от загрязнений, рациональному использованию природных ресурсов и оценке воздействия на окружающую среду с учетом фоновое загрязнение среды. Разработка мероприятий по охране окружающей природной среды в проектах должна вестись в соответствии с требованиями СНиП 1.02.01-85 и ОНД 1-84 "Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухо-охранительных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу".

Охрана земельных ресурсов направлена на решение следующих основных вопросов:

- Комплексного решения генерального плана с минимально необходимой площадью землеотвода, с установленными противопожарными и санитарно-гигиеническими требованиями, минимальными расстояниями между зданиями и сооружениями.
- Проведение мер, направленных на предотвращение водяной эрозии почвы.
- Предотвращение заболачивания земель, загрязнения их производственными отходами, сточными водами при строительстве и эксплуатации газогенераторной станции.
- Рекультивации земель и использовании плодородного слоя почвы.
- Озеленения и благоустройства санитарно-защитных зон.

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях:

Пожарная и взрывная безопасность.

Проектирование газогенераторной станции в части противопожарных мероприятий и защиты должно осуществляться в соответствии с СНиП 2.04.09-84 [31], СНиП 2.01.02-85[32], ВСН 47-85 [33] РД 34.49.101-87 "Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий"[34].

Пожаротушение. Для тушения пожаров на газогенераторной станции необходимо предусматривать, как правило, противопожарный водопровод, источником водоснабжения которого должен являться существующий закольцованный водопровод с двумя нитками ввода.

Источниками водоснабжения могут являться также: градирня, бассейн, резервуары запаса воды (не менее двух). В этом случае противопожарный водопровод не выполняется. Внутренний противопожарный водопровод для газогенераторной станции мощностью менее 1000 кВт не предусматривается.

Автоматическое пожаротушение распыленной водой на газогенераторную станцию необходимо предусматривать в кабельных сооружениях (кабельные этажи, шахты, туннели).

Первичные средства пожаротушения проектом не предусматриваются. Оснащение газогенераторной станции этими средствами производится службой эксплуатации.

К числу простых, но надежных мероприятий, относится обеспечение путей эвакуации из зоны пожара, включая заранее разработанный и доведенный до сведения людей план вывода из помещения, изображенный графически на видном месте, обозначение световыми сигналами мест выхода; обеспечение обозначенных проходов и проездов свободными. Пути выхода с верхних этажей должны быть наружными или иметь постоянно открытые выходы дыма.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Общее руководство работой по безопасности труда, и персональная ответственность за нее возлагается на руководителя ГПЭС. На каждой электростанции положением о структурном подразделении и приказом руководителя должны быть распределены функции по обслуживанию оборудования, зданий, сооружений и коммуникаций между производственными подразделениями (цехами, районами, участками, лабораториями и т.д.), назначены работники, ответственные за состояние и безопасную эксплуатацию всех элементов энергоустановок, а также определены должностные обязанности всего персонала.

Персонал, принимаемый на работу по обслуживанию сооружений ГПЭС, тепломеханического и электротехнического оборудования, должен пройти предварительный медицинский осмотр и в дальнейшем проходить его периодически в сроки, установленные федеральным медицинским ведомством России. Не разрешается допускать к обслуживанию сооружений и оборудования ГПЭС работников, не прошедших медицинские осмотры.

Работников, не достигших возраста 18 лет, допускать к работам с тяжелыми и вредными условиями труда не разрешается.

Работники, допущенные к работам по вторым профессиям, а также к выполнению специальных работ, не предусмотренных для данной профессии, должны быть обучены и иметь об этом запись в удостоверении.

Специальными следует считать работы:

- верхолазные;
- по обслуживанию объектов и оборудования, подконтрольных соответствующим органам государственного надзора;
- огневые и газоопасные;
- с ртутью;
- с электро-, пневмо- и абразивным инструментом;
- стропальные;
- на циркульных пилах;
- по перемещению тяжестей с применением авто- и электропогрузчиков, электрокаров;
- на металлообрабатывающих и абразивных станках.

Перечень специальных работ может быть дополнен руководителем ГПЭС с учетом местных условий.

На ГПЭС должны быть разработаны и утверждены инструкции по охране труда (правилам безопасности) как для работников отдельных профессий (машинистов ДВС, электросварщиков, станочников, слесарей, электромонтеров, лаборантов, уборщиц и др.), так и на отдельные виды работ (работы на высоте, монтажные, наладочные, ремонтные, проведение испытаний).

Персонал, использующий в своей работе станочное оборудование, инструменты и приспособления, а также выполняющий сварочные и другие огневые работы, обязан знать и исполнять требования соответствующих инструкций по охране труда (технике безопасности).

Персонал, обслуживающий электрическую часть устройств автоматики, измерений и защит, должен руководствоваться требованиями по охране труда (правилами техники безопасности).

Персонал, допускаемый к работе в помещениях, где используются горючие, токсичные и взрывоопасные материалы, должен знать свойства этих материалов и меры безопасности при обращении с ними.

Весь персонал должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной и коллективной защиты в зависимости от выполняемых работ и обязан пользоваться ими во время работы.

В случае неприменения, неправильного применения и использования не по назначению средств защиты, выданных персоналу для выполнения определенной работы, ответственность за последствия (возникновение несчастного случая или ухудшение здоровья) несет работник, виновный в их неприменении, неправильном применении или нецелевом использовании.

Работник, находящийся в помещениях с действующим энергетическим оборудованием (за исключением щитов управления), в колодцах, камерах, каналах, шахтах, туннелях, на строительной площадке, в ремонтной зоне и в местах, где возможно падение камней и других предметов, а также в зоне погрузочно-разгрузочных работ, должен носить защитную каску с застегнутым подбородным ремнем. Волосы следует убирать под каску.

В производственных помещениях должны быть вывешены на видных местах плакаты, наглядно иллюстрирующие безопасные методы работы и приемы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях.

В производственных помещениях на расстоянии не более 75 м от рабочих мест работники должны быть обеспечены питьевой водой

В разделе использованы ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

ГОСТ 12.1.003-83. СНиП 23-03-2003 СНиП 2.09.04-87. СНиП 2.04.05-86
СНиП 2.01.02-85. СНиП 2.04.09-84. СНиП II-4-79. СНиП 2.09.03-85. СН
245-71. СН 357-77. ВСН 03-77. РД 34.03.301-87. РД 34.49.101-87. ОНД-84.
ОНД-86. ГОСТ 12.1.002-84. ГОСТ 12.1.003-83. ГОСТ 12.1.004-91. ГОСТ Р
12.1.009-2009. ГОСТ 23120-78. ГОСТ 24291-90. СТО 70238424.27.010.001-2008.

Заключение по разделу

В ходе разработки настоящей главы ВКР была описана рабочая зона, выявлены опасные и вредные производственные факторы, а также предложены меры по ограничению их воздействия на персонал станции. Определены наиболее вероятные чрезвычайные ситуации, разработаны меры по предупреждению данных ситуаций, описаны порядок действий при их возникновении. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Данный раздел является важным в связи с рассмотрением в нем вопросов сохранения здоровья и трудоспособности персонала, соблюдения всех законодательных норм и правил при проведении производственных процессов.

Заключение

В представленной магистерской диссертации была рассмотрена и спроектирована система электроснабжения горнолыжного курорта на базе возобновляемого источника энергии.

Были проанализированы два возможных источника возобновляемой энергии, ветер и солнце. Анализу подверглись статистические массивы данных NASA. Рассчитаны основные параметры обоих источников.

Проведён расчет нагрузки горнолыжного комплекса с учетом специфики работы объекта. Рассчитаны графики нагрузки.

На основании графиков нагрузки и энергетических параметров возобновляемых источников были составлены энергетические балансы. На основании балансов и экономических расчётов был выбран ветровой источник энергии как основной, со среднегодовой скоростью ветра 4.5 м/с.

В качестве основного энергетического оборудования было выбрано 4 ветрогенератора CondorAir 60 кВт и сетевой инвертор Sungrow SG250K3 250 кВт.

Учитывая специфику работы сетевого инвертора, была разработана схема электрического присоединения к основной системе электроснабжения.

В целом, в рассматриваемом регионе не сильно высокий потенциал возобновляемых источников энергии. Однако, использование новейшего и высокоэффективного оборудования, позволяет использовать альтернативную энергетику в этом районе.

Спроектированная система электроснабжения наглядно это демонстрирует.

Список использованных источников

1. Лукутин Б.В. и др. Перспективы возобновляемой энергетики Кемеровской области. Монография. – Кемерово: ГУ «Кузбасский центр энергосбережения», 2008, с.237.
2. KUZUK [Электронный ресурс]. URL: <http://kuzuk.ru/news/401> (Дата обращения 7.12.2015).
3. СибТуризм [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sibturizm.ru/index.php/dostoprimechatelnosti-sibiri/gornaya-shoriya.html> (Дата обращения 12.12.2015).
4. Шорский сборник / Институт археологии и этнографии СО РАН; Кемеровский государственный университет и др.. — Кемерово: Изд-во Кемеровского госуниверситета, 1997-Вып.2: Этноэкология и туризм Горной Шории. — 1997. — 252 с.: ил. — Ред. указ. на обороте тит. л. — Библиогр. в конце статей. — Сведения об авторах: с. 247-248.
5. Энергетика России: взгляд в будущее. Обосновывающие материалы к энергетической стратегии России на период до 2030 года / ред. В. В. Бушуев [и др.]. — Москва: Энергия, 2012. — 612 с.: ил. — ISBN 978-5-98908-035-9. России: взгляд в будущее. Обосновывающие материалы к энергетической стратегии России на период до 2030 года / ред. В. В. Бушуев [и др.]. — Москва: Энергия, 2012. — 612 с.: ил.
6. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. - 459 с. + цв. вкл. -(Серия «Учебники НГТУ»).
7. Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала кемеровской области / Вестник Томского государственного университета. 2013. № 376. С. 175-181.
8. Минин В.А. и др. Ресурсы ветровой энергии Мурманской области и возможности их промышленного использования (Филиал КНЦ РАН – Центр Физико-технических проблем энергетики Севера).

9. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.- 87 с.
10. Безруких П.П. Концепция использования ветровой энергии в России. Под ред. Безруких П.П. - М.: Книга - Пента, 2005. - 128 с.
11. да Роза, Альдо В. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы : учебное пособие : пер. с англ. / А. В. да Роза. — Долгопрудный; Москва: Интеллект Изд-во МЭИ, 2010. — 704 с.: ил. — Библиогр.: с. 703.
12. Луковская И.Р. Эколого-климатические ресурсы Кузнецко-Салаирской горной области. – автореферат. Томск, 2010. – 22 с.
13. Николаев А.А. Косвенные методы расчета характеристик солнечной радиации. – Вестник Удмуртского Университета. 2013. Вып. 1. с. 130.
14. Мангуп [Электронный ресурс]. URL: http://travel.org.ua/sunrise.php?w_id=10274 (Дата обращения 09.02.2016).
15. КЭМОН СИБЭЛ Сибирская электротехника [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sib-el.ru/news/-/numpage/3/id/9> (Дата обращения 11.02.2015)
16. Doppelmayr [Электронный ресурс]. URL: <http://www.doppelmayr.com/ru> (Дата обращения 17.02.2016).
17. Проектирование электроустановок квартир с улучшенной планировкой и коттеджей (на базе электрооборудования компании Schneider Electric) – «техническая коллекция Schneider Electric».
18. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении.- Москва: Энергоатомиздат, 2008. - 231 с.
19. Персональное решение [Электронный ресурс]. URL: <http://yastaff.ru/novokuznetsk/services/lifting-work> (Дата обращения 5.03.2016).
20. «Олимпия» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.skmsk.ru/price> (Дата обращения 18.03.2016).

21. LBM-Строй [Электронный ресурс]. URL: <http://lbm-stroy.ru/prokladka-kabelya-v-zemle> (Дата обращения 29.03.2016).
22. РУБИКОН [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rubikondv.ru/calculator> (Дата обращения 29.03.2016).
23. ЗСК [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zavod-svai.ru/raschet-vintovyh-svaj> (Дата обращения 29.03.2016).
24. KABELINO [Электронный ресурс]. URL: http://www.kabelino.ru/prices/row_1957580 (Дата обращения 03.04.2016).
25. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
26. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 800 с.
27. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448с.

Приложение А

Раздел 7 Das Auslesen Betriebsanlagen

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Е	Дермотевосьян Мария Константиновна		

Консультант кафедры ЭПП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист кафедры ИЯИЭ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ИЯЭИ	Кобенко Юрий Викторович	д.ф.н.		

3. DAS AUSLESEN BETRIEBSANLAGEN

3.1 Die Berechnung elektrische Belastung

Die wichtigsten Energieverbraucher ist die Aufzuganlage. Die elektrische Leistung kann im Gebiet von 2,2 bis 500 kW.

In diese Arbeit ist fahrgastbefördernde Brückenfähre österreichisches Betrieb ausgewählt. Der Betrieb heißt «Doppelmayr». Technische Daten der Brückenfähre hat in der Tabelle 12 dargestellt. Jahresfahrplan ist auf dem Bild 8.

Tabelle 12 – Technische Daten der Brückenfähre

Der Hersteller	DOPPELMAYR
Die Aufführung	Viersitzig Sessellift mit verriegelten Haltern
Der Bedienungsschrank	Siemens
Die Länge der Brückenfähre	510 m
Die Leistung	164 kW
Die Leistungsfähigkeit, max.	2339 Mann/Stunde
Die Auflagerung, die Anzahl	verzinkt, 8 Stk.
Die Bestuhlung, die Anzahl	Doppelmayr, 66 Stk.
Die Straffheit	druckölbetätigt

Noch eine Kunden sind die Gasthäuser und die Hostels. Die Anzahl der Hostels ist 10 Stück. Der Rechenbeispiel der Belastung wird unten umgestellt.

Tabelle 13 – Die elektrische Ausrüstung der Datsche

Der Raum	Flächeninhalt, m ²	Das Heimgerät	Die Leistung
Das Empfangszimmer	19,2	Das Heimkinogerät	0,8
		Der Computer	0,5
		Das Licht	0,08
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1
Die Küche	15,3	Das Elektroherd	10,5
		Der Kühlschrank	0,6
		Das Wasserkessel	2
		Das Licht	0,045
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1

noch Tabelle 13

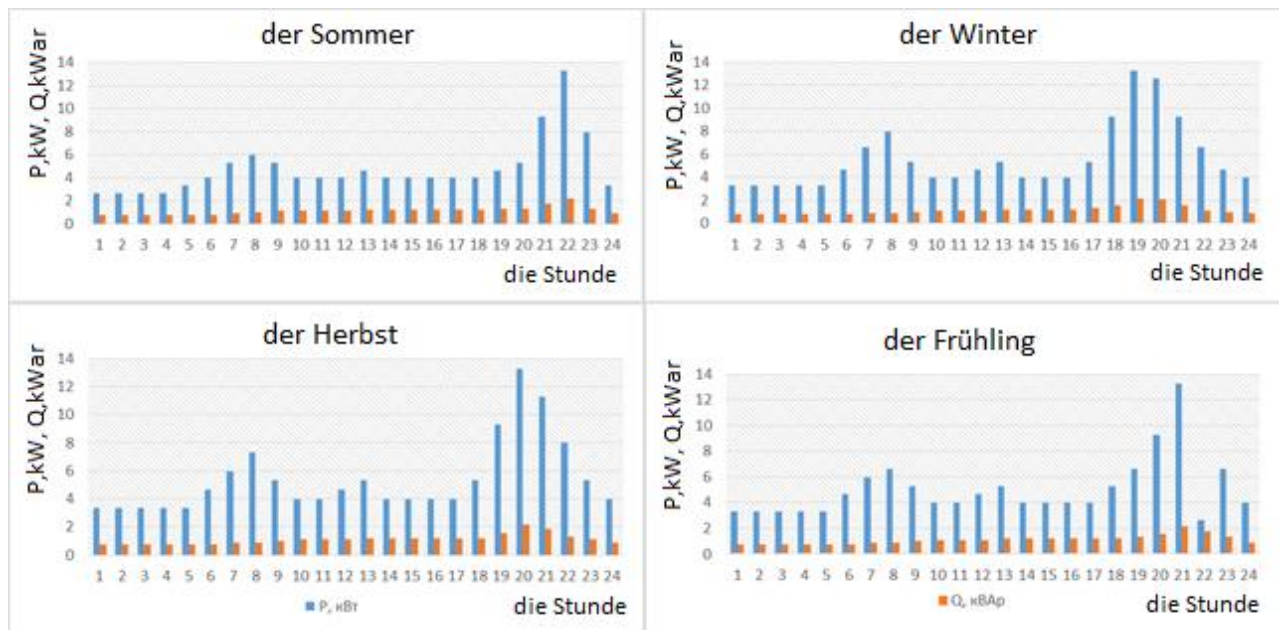
Die Haustreppe 1	6,0	Das Licht	0,012
Die Haustreppe 2	3,7	Das Licht	0,006
Das Wasserklosett	3,1	Das Licht	0,006
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1
Die Rumpelkammer	8,6	Das Licht	0,016
Die Empfangshalle	11,5	Das Licht	0,022
Das Schlafzimmer 1	12,3	Das Licht	0,03
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1
Das Schlafzimmer 2	18,8	Das Licht	0,05
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1
Das Schlafzimmer 3	10,4	Das Licht	0,025
		Die Steckdose auf 6 A, 1 Stk	0,1
Das Badezimmer	6,6	Der Lüfter	0,1
		Die Waschmaschine	2,2
		Das Licht	0,015
Die Empfangshalle	8,2	Das Licht	0,01
Die Rumpelkammer	2,1	Das Licht	0,005
Gesamt			17,62

Nach dem Befund Tabelle 13 wird wir Tabelle 14 angelegt.

Tabelle 14 – Die Berechnungstabelle

Die Verbrauchergruppe	Die ausgebaute Leistung, kW	Die Rechnungskoeffizienten			Die Rechnungsleistung		
		Die Bedarfsforderungen K_B	Die Anwendung K_A	Die Leistung $\cos\varphi/\tan\varphi$	Die Wirkleistung kW	Die reaktive Leistung, kW _{ar}	Die Gesamtleistung kW _A
Das Licht	0,324	0,8	0,6	1,0/0	0,156	-	0,156
Die Steckdose	0,6	-	0,7	0,9/0,484	0,42	0,2	0,47
Das Heimkinogerät	0,8	0,6	1	0,8/0,75	0,48	0,36	0,6
Das Elektroherd	10,5	0,8	1,0	1,0/0	8,4	-	8,4
Der Kühlschrank	0,6	1,0	0,5	0,95/0,329	0,3	0,1	0,32
Das Wasserkessel	2	0,3	1	1,0/0	0,6	-	0,6
Der Lüfter	0,1	0,6	0,6	0,8/0,75	0,036	0,027	0,046
Die Waschmaschine	2,2	1,0	0,6	0,8/0,75	1,32	0,99	1,65
Der Computer	0,5	0,6	1	0,65/1,168	0,3	0,35	0,46
Gesamt	17,62	-	-	-	12,55	2,2	13,28

Jahreszeitliche die Fahrpläne haben auf die Abbildung 8 dargestellt.



Die Abbildung 8 – Jahreszeitliche die Fahrpläne

Weil die Anzahl der Häuser sind innerhalb 10, und sie sind einförmige, kann man die Daten eine Gasthäuser für sämtlich anwenden.

Die Brückenfähre macht kontinuierlich während des ganzen Jahres. Die Betriebsdauer ist von 9.00 bis 17.00 auf dem Skisportstation Scheregesch.

In weiterer Zeitpunkt macht die Brückenfähre nicht. Die Aufzuanlage funktionieren selektiv oder nicht funktionieren.

Wir nehmen für die Fahrplane, dass die Brückenfähre von dem November bis dem April von 9.00 bis 17.00 funktioniert. In weiterer Zeitpunkt darunterbleibt eine Stunde die Betriebsdauer.

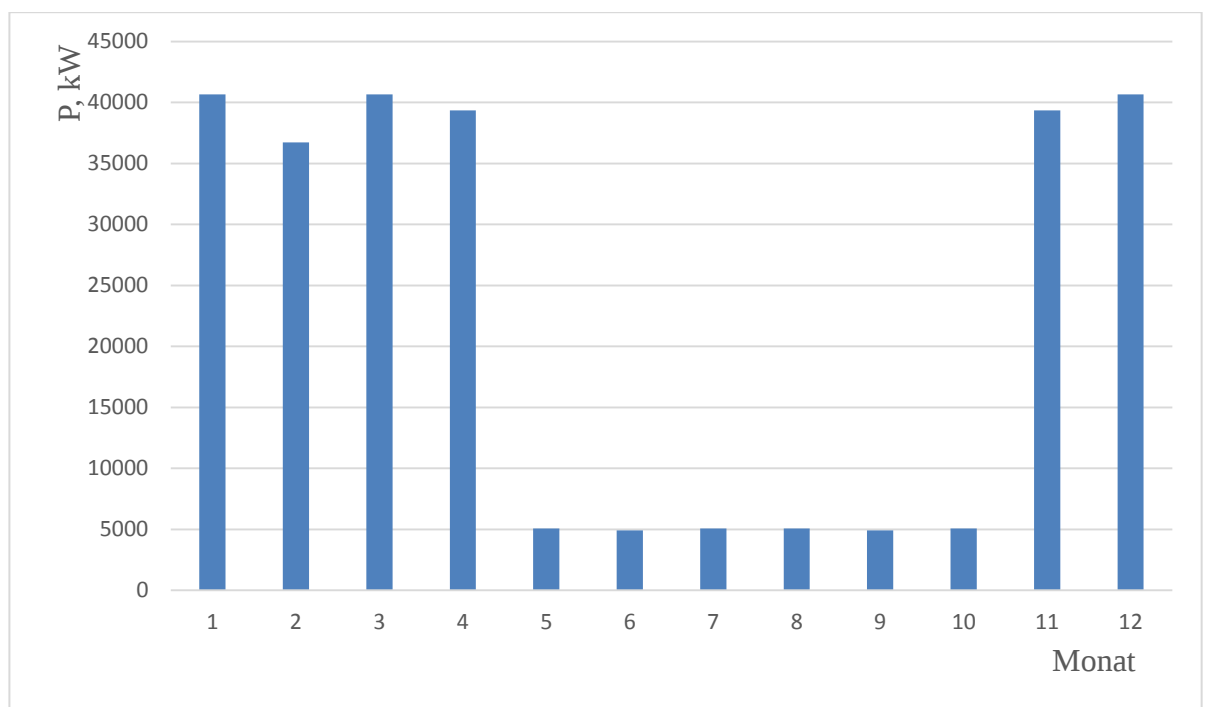
Die Gasthäuser arbeiten von dem November bis dem April ganztägig nach seinem Fahrplan. In weiterer Zeitpunkt arbeiten 3 Gasthäuser.

Aufgrund der dargelegten grafisch darstellen die Leistung der Brückenfähres und der Gasthäuser (Abb.9, 10). Die Abbildung 11 ist gemeinsame grafische Darstellung.

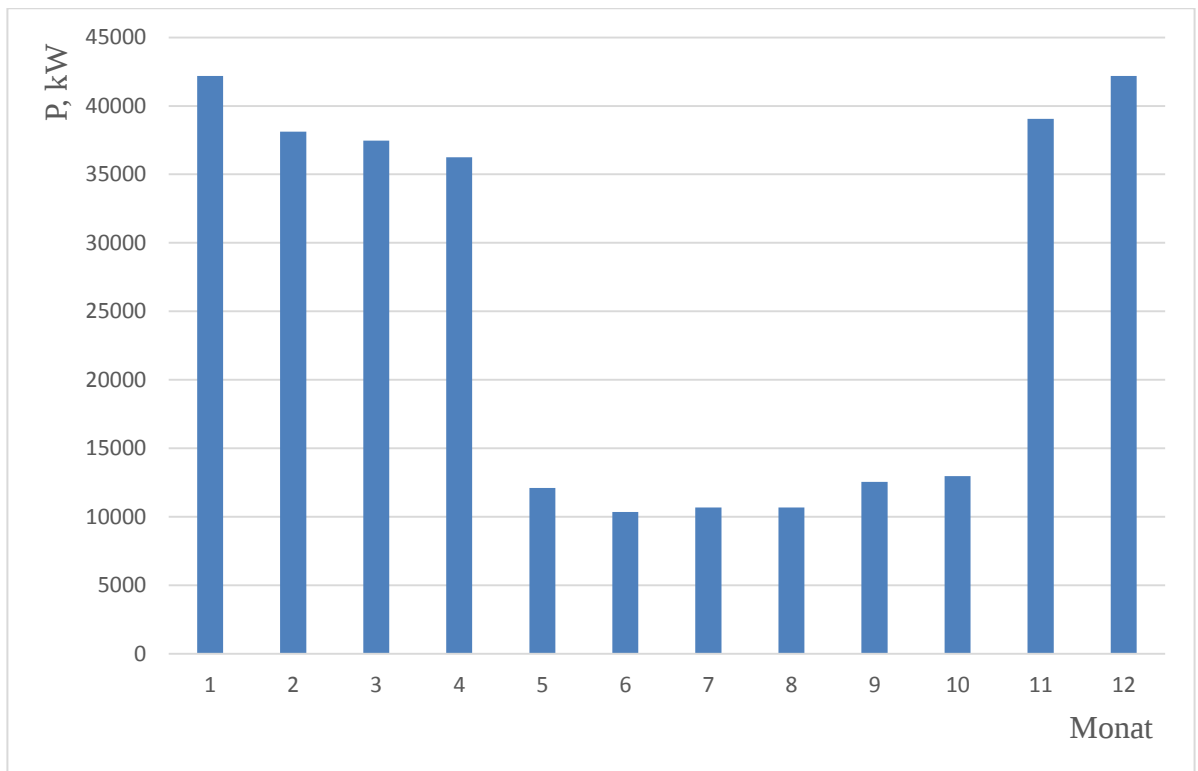
Die Leistung hat monataeweise in der Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 15 – Die Leistung monateweise

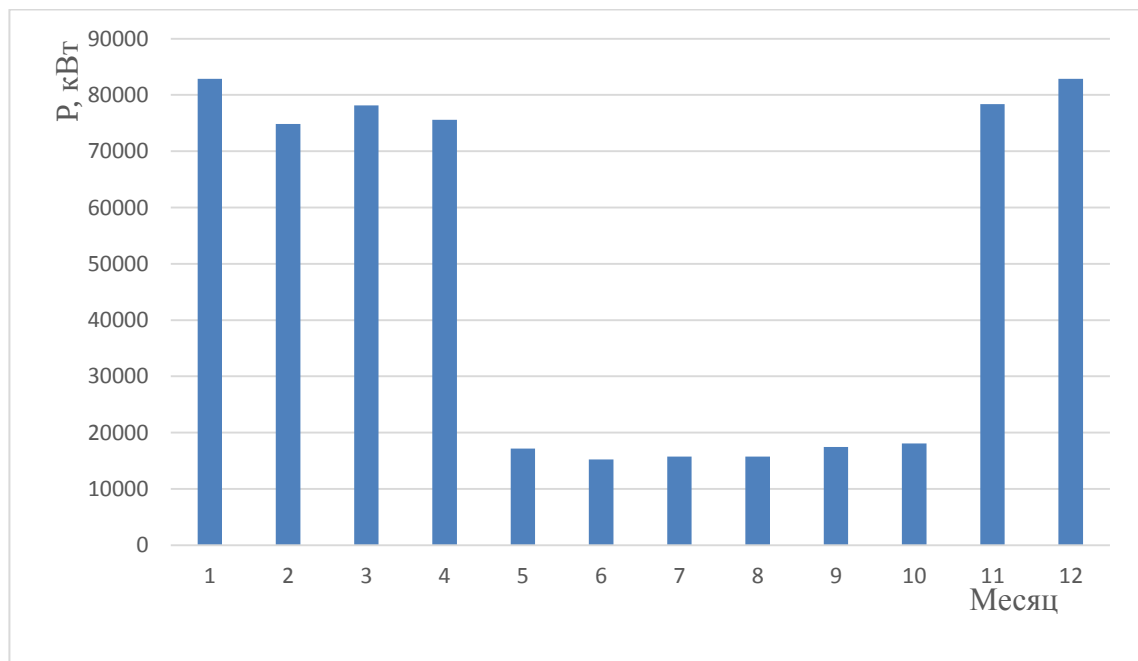
Monat	P_B, kBT	P_G, kBT	P, kBT
Januar	40672	42197	82869
Februar	36736	38114	74850
März	40672	37463	78135
April	39360	36254	75614
Mai	5084	12103	17187
Juni	4920	10338	15258
Juli	5084	10683	15767
August	5084	10683	15767
September	4920	12550	17470
Oktober	5084	12968	18052
November	39360	39043	78403
Dezember	40672	42197	82869
Gesamt	267648	304594	572242



Die Abbildung 9 – Jahreszeitliche die Fahrpläne der Brückenfähres



Die Abbildung 10 – Jahreszeitliche die Fahrpläne der Gasthäuser



Die Abbildung 11 – Jahreszeitliche die Fahrpläne der Gasthäuser und der Brückenfähres

Demzufolge kann man erschließen, dass das Hauptenergieverbrauch entsteht von dem November bis dem April.

Der Wind zusammenstimmt in höherem Grad dieses Fahrplan.

3.2 Windkraftanlagen: Betriebsführung und Wartung

Ziel der Betriebsführung einer Windkraftanlage ist es, zu gewährleisten, dass die Anlage am jeweiligen Standort aus dem vorhandenen Windangebot die optimale Energieausbeute erzielt. Dieses erfordert, dass die Windkraftanlage (**WKA**) durch die eingesetzte Regelung in jedem Betriebszustand mit möglichst hohem Wirkungsgrad betrieben wird, wobei der vorgegebene Arbeitsbereich der WKA nicht verlassen werden darf. Neben dieser betriebswirtschaftlichen Anforderung muss der Betrieb der Windkraftanlage weiterhin gewährleisten, dass gefährliche Betriebszustände rechtzeitig erkannt werden und im diesem Fall die Anlagenregelung entsprechend eingreift, um Gefahren, die von Störungen für die Umwelt und die Anlage ausgehen, abzuwenden.

Sollte es notwendig sein, kann das Anlagenverhalten über die Datenfernüberwachung und vor Ort ständig überwacht und in die Anlagesteuerung eingegriffen werden.

Im normalen Anlagenbetrieb muss die Steuerung der Regelkenngrößen der Anlage aber vollständig automatisch ablaufen, um so Bedienpersonal weitestgehend überflüssig zu machen.

3.2.1 Betriebsführung Konkret

Die Vorgaben für die Anlagensteuerung resultieren dabei aus den Windverhältnissen und außerdem müssen die Vorgaben durch den Betreiber beachtet werden. Dazu werden z.B. Anforderungen durch das Netz gezählt.

Da das Windangebot zum Teil sehr stark schwanken kann, sind die Anforderungen an die Regelung dadurch entsprechend hoch. Es muss sichergestellt werden, dass es durch Windböen, Windturbulenzen oder durch Einflüsse aus dem Stromnetz nicht zu unzulässigen Belastungen der Anlagenkomponenten kommen kann, da dieses vorzeitigen Verschleiß oder sogar das Versagen von Bauteilen zur Folge haben kann.

Eine Windkraftanlage mit Blattverstellung kann dabei im Normalfall besser auf solche Schwankungen reagieren als eine Anlage mit festem Blattwinkel, allerdings sind durch die Komplexität der verschiedenen Einflüsse die Anforderungen an die Steuerung auch entsprechend höher.

Für die sichere Regelung der Anlage ist die Überwachung und automatische Regelung der Drehzahl des Rotors und der Leistungsabgabe von Bedeutung.

Die Drehzahl- und Leistungsregelung bei Windkraftanlagen mit einer Blattverstellung (Pitchanlagen) erfolgt im Wesentlichen durch den Blattwinkel als wichtigste Regelgröße. Mit dem Blattwinkel wird an diesen Anlagen geregelt, wie das Windangebot am Rotor umgesetzt wird.

Anlagen ohne Blattverstellung (Stallanlagen) haben keine aktive Drehzahl- und Leistungsregelung. Der Strömungsabriss am Rotorblatt bewirkt bei diesem Anlagentyp eine passive, aerodynamische Leistungsbegrenzung. Die Drehzahlregulierung erfolgt dann über das Netz.

3.2.2 Kenngrößen zur Regelung einer Windkraftanlage

Es müssen durch die Windkraftanlagensteuerung eine Vielzahl von Kenngrößen erfasst und verarbeitet werden, um die Windkraftanlage sicher regeln zu können. Dazu gehören ua:

- Windgeschwindigkeit;
- Windrichtung;
- Rotordrehzahl;
- Blattverstellwinkel;
- Anlagenausrichtung;
- Antriebsmoment des Rotors;
- Abgegebene Leistung.

Für die Erfassung der Windgeschwindigkeit an modernen Windkraftanlagen werden heute zum großen Teil Widerstandsläufer, so genannte «Schalenanemometer», eingesetzt und die Windrichtung wird über eine Windfahne ermittelt. Die Ermittlung dieser Größen kann aber auch durch Ultraschallsensoren

erfolgen. Für die Steuerung von großen Windkraftanlagen spielt die so gemessene Windgeschwindigkeit vor allem in der Anlaufphase eine Bedeutung. Im Leistungsbetrieb der Anlage wird heute der Rotor von der Steuerung als Windmesser genutzt, da im Anlagenbetrieb auf die Anemometer zu viele Störfaktoren wirken. Die Drehzahlen von Rotor, Getriebe und Generator werden über entsprechende Sensoren erfasst und an die Steuerung gegeben.

Im Betrieb einer Pitchanlage werden z.B. durch die Steuerung folgende Stellgrößen der Anlage geregelt:

- Blattwinkel;
- Anlagenausrichtung.

Auf Grundlage der gemessenen Blattwinkel erhält die Blattverstellung (Pitchantrieb) oder aber die Steuerung der Anlagenausrichtung (Azimutantrieb) Daten von der Steuerung um die Anlage im vorgesehenen Arbeitsbereich zu betreiben.

Beim Pitchantrieb besteht die Problematik, dass die drei Blätter den gleichen Blattwinkel haben und die Verstellung des Blattwinkels mit der gleichen Geschwindigkeit erfolgt. Kann dieses nicht gewährleistet werden kommt es durch die aerodynamische Unwucht zu Belastungen der Komponenten des Triebstrangs. Diese Komponenten sind Rotornabe, Hauptwelle, Hauptlager, Getriebe, Kupplung und Generator, die mit erhöhtem Verschleiß auf solche Belastungen reagieren können.

Die Problematik beim Azimutantrieb besteht darin, dass die Regelung auf der einen Seite ausreichend träge ist und die Anlage in der Position hält, andererseits aber gewährleistet ist, dass die Anlage exakt im Wind steht, um die korrekte Anströmung der Rotorblätter zu gewährleisten.

Um die aufgezeichneten Messgrößen richtig in der Steuerung zu verarbeiten, sind deshalb durch die Steuerung verschiedene Betriebszustände für den Betrieb der Windkraftanlagen zu unterscheiden.

3.2.3 Aeolos Wind Turbine

Tabelle 16 – Aeolos-H 50kW Windkraftanlagen Spezifikation

Nennleistung	50 kW
Maximale Ausgangsleistung	54 kW
Generator	Direktantriebs-Permanentmagnet-Generator
Rotorblätter	3 Fiber-Glas-Blätter
Rotordurchmesser	18 m (59.1 ft)
Startwindgeschwindigkeit	3,0 m/s (6,7 mph)
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s (22,3 mph)
Überlebenswindgeschwindigkeit	50 m/s (111.5 mph)
Regler	PLC mit Touchscreen
Sicherheits-System	Windrichtungsnachführung, elektronische und hydraulische Bremse
Anlage Gewicht	3120 kg (6878.3 lbs)
Geräuschpegel	58.5 dB(A) @ 7m/s
Temperaturbereich	-20°C bis +50°C
Lebensdauer	20 Jahre
Garantie	Standard 5 Jahre

Die Aeolos-H 50kW Windkraftanlage verwendet einen 3-Phasen Direkt-Antriebs-Generator, kein Getriebe, keinen Spannungsverstärker. Dieser ist zuverlässiger und effizienter als der Induktionsgenerator mit Getriebe und Spannungsverstärker. Die 50kW Windkraftanlage wird über einen PLC-Regler mit Touchscreen kontrolliert. Die Aeolos-H 50kW Windkraftanlage ist dreifach gesichert. Dazu gehört die Windrichtungsnachführung, PWM Dump-Load- System und ein hydraulisches Bremssystem. Fernüberwachung ist eine optionale Ausstattung für die 50kW Windkraftanlage. Das Bedienfeld der Windkraftanlage kann via Internet aufgerufen werden.

Die Aeolos-H 50kW Windkraftanlagen bieten dem Kunden netzunabhängige und mit dem Netz verknüpfte Lösungen. Die Aeolos-H 50kW Windkraftanlagen werden vielfach in kleinen Windparks verwendet, bei Colleges, Krankenhäusern und in anderen kommerziellen Projekten. In windreichen Ländern wie Italien,

Griechenland, Spanien, GB, Frankreich, Australien, Deutschland und den USA stellt es ein gutes Investitionsobjekt dar.



Die Abbildung 12 – Die Aeolos-H 50kW

Приложение Б

Расположение основных узлов и комплектация ветрогенератора Condor Air 60 кВт. На рисунке 39 представлен общий вид ветрогенератора.

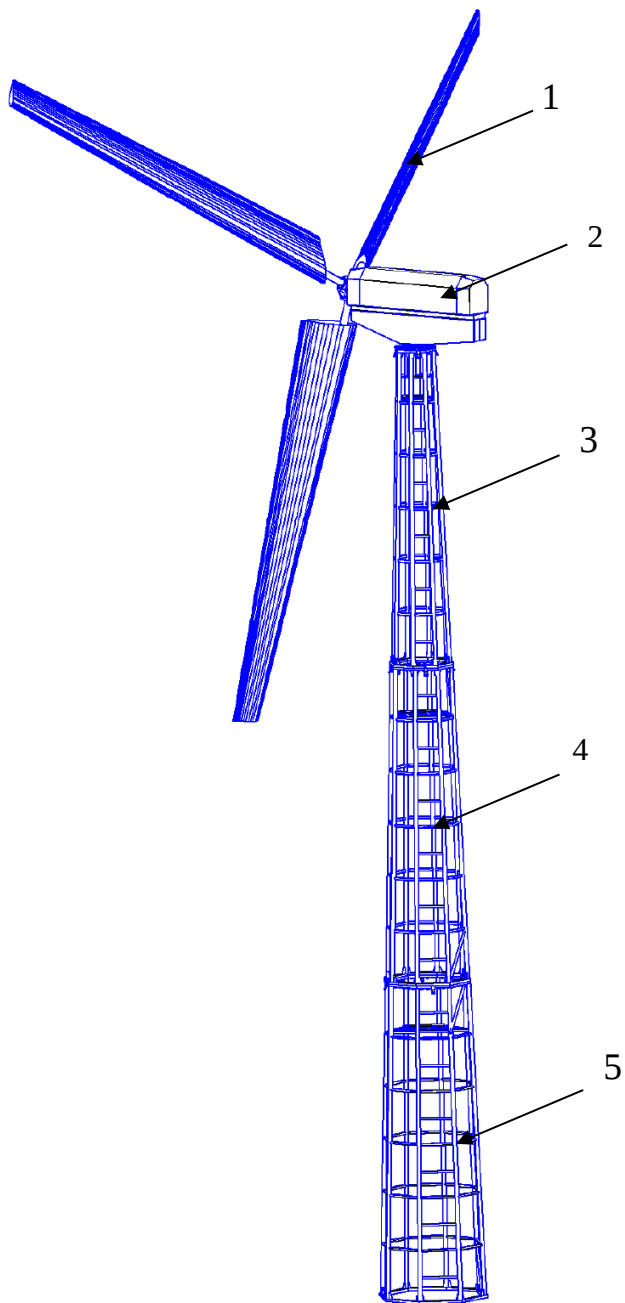


Рисунок 39 – Общий вид ветрогенератора

На рисунке 39, позициями обозначены: 1 – лопасть (3 шт.); 2 – гондола; 3 – верхняя ступень мачты; 4 – средняя ступень мачты; 5 – нижняя ступень мачты.

Приложение В

Sungrow SG250K3 – сетевой инвертор с собственным трансформатором, является главным связующим звеном между источником постоянного тока и главной электросетью. Инвертор предназначен для преобразования постоянного в переменный, который соответствует параметрам основной сети электроснабжения.

Для контроля работы устройства предусмотрено несколько вариантов построения системы мониторинга и управления:

- 1) Инвертор подключается через интерфейс RS485 к управляющему контроллеру, возможна работа как одного, так и нескольких инверторов, рисунок 1;
- 2) Инвертор подключается непосредственно к персональному компьютеру через переходник RS485/RS232, возможна работа нескольких инверторов, рисунок 2;
- 3) Инвертор посредством управляющего контроллера подключается к персональному компьютеру, возможна работа нескольких инверторов.

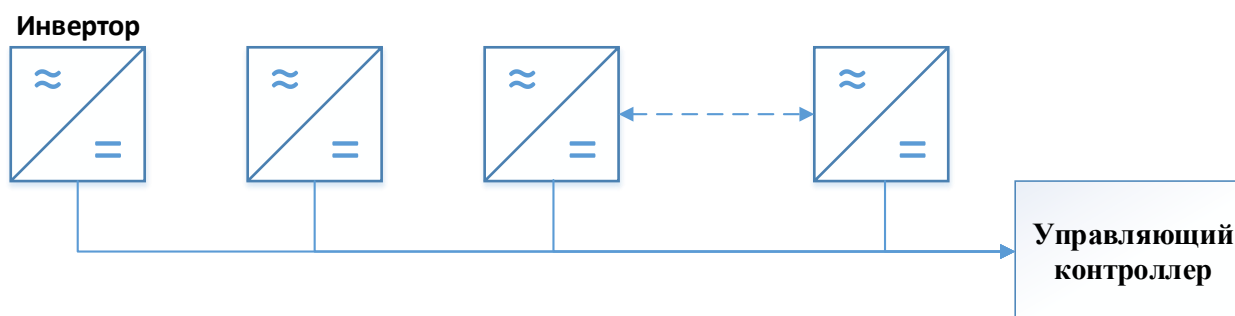


Рисунок 40 – Подключение к контроллеру через RS-485

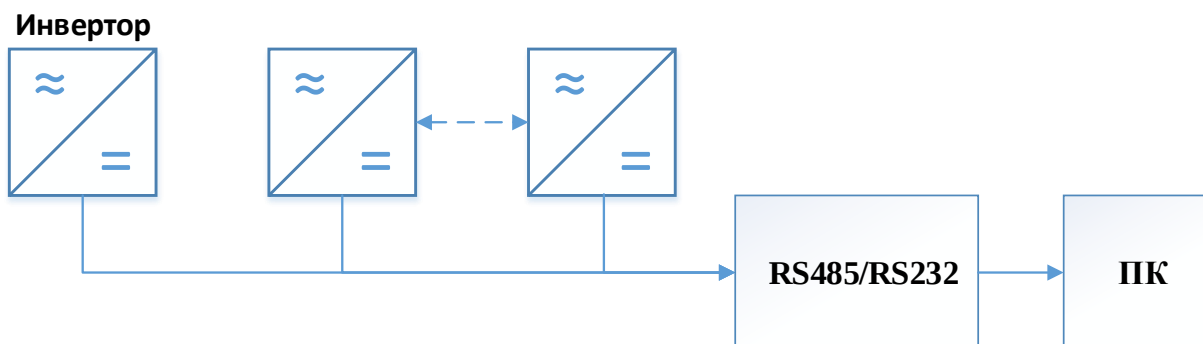


Рисунок 41 – Подключение к персональному компьютеру

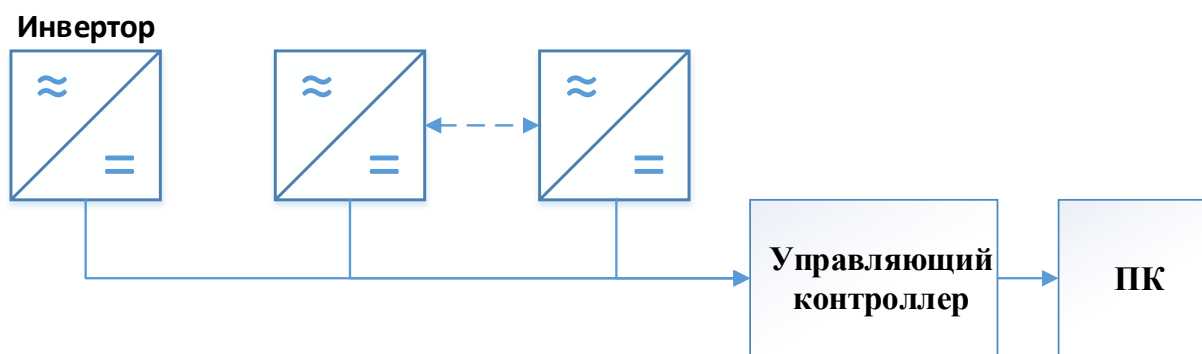


Рисунок 42 – Совместное подключение через управляющий контроллер к персональному компьютеру

Схема главной электрической цепи представлена на рисунке 43.

Внешний вид инвертора изображён на рисунке 44.

Технические параметры представлены в таблице 38.

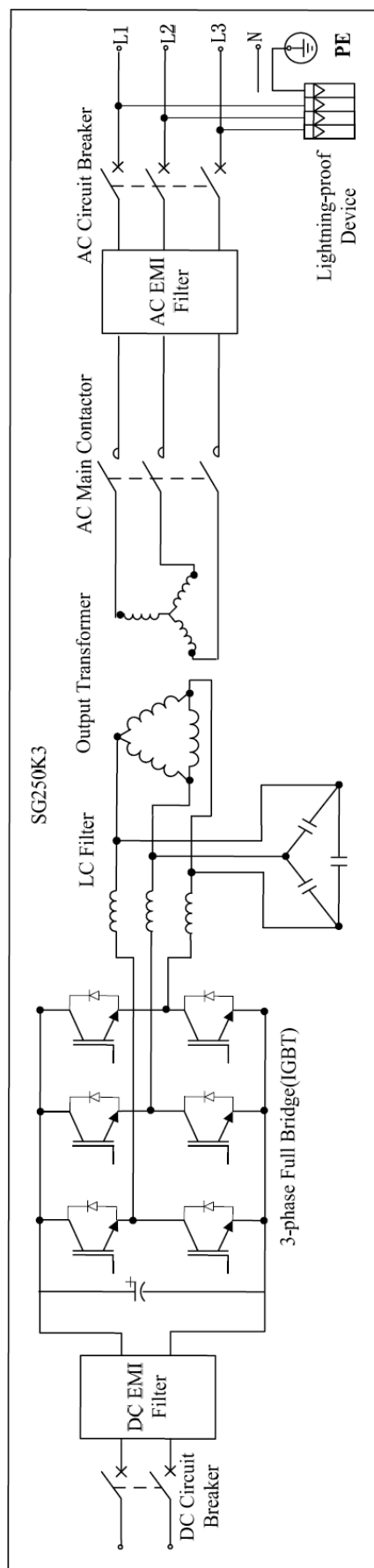


Рисунок 43 – Главная электрическая цепь инвертора

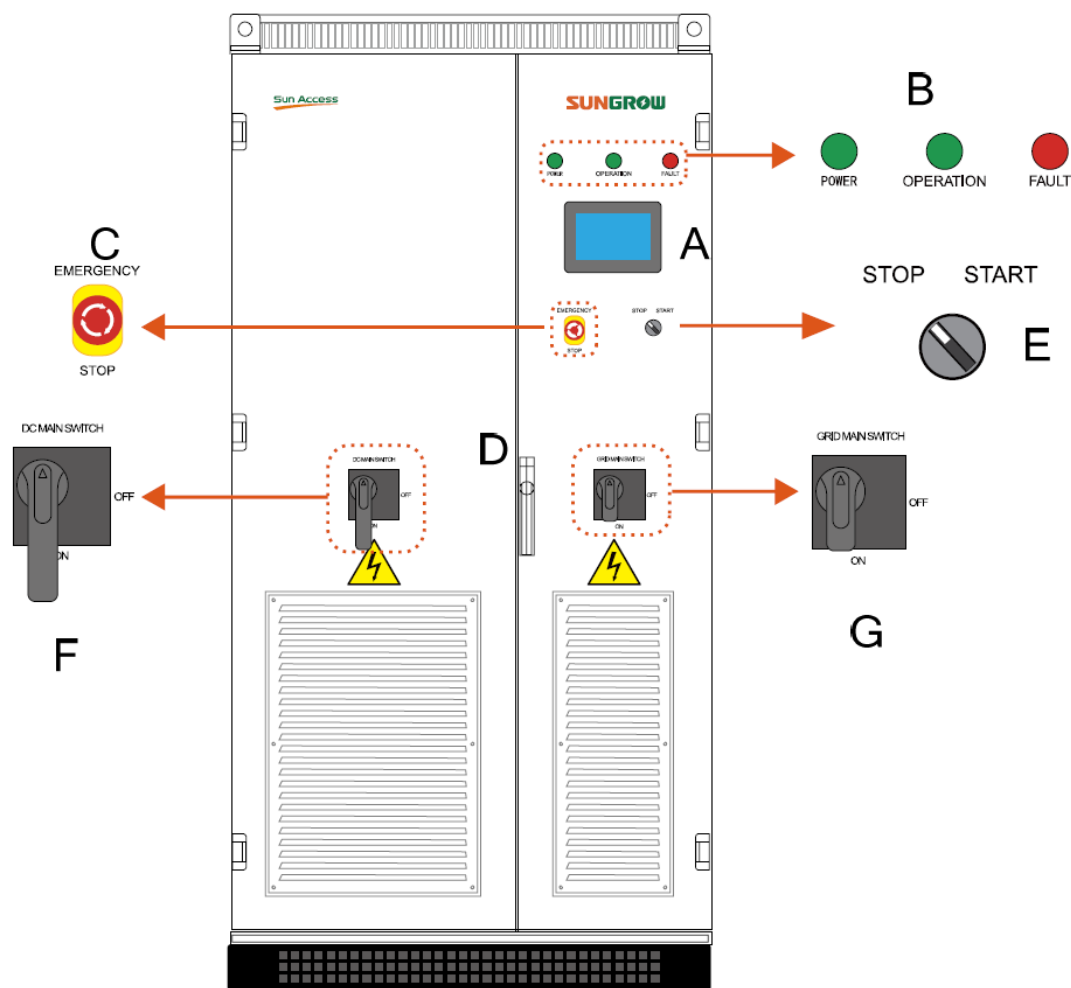


Рисунок 44 – Внешний вид инвертора и основные органы управления

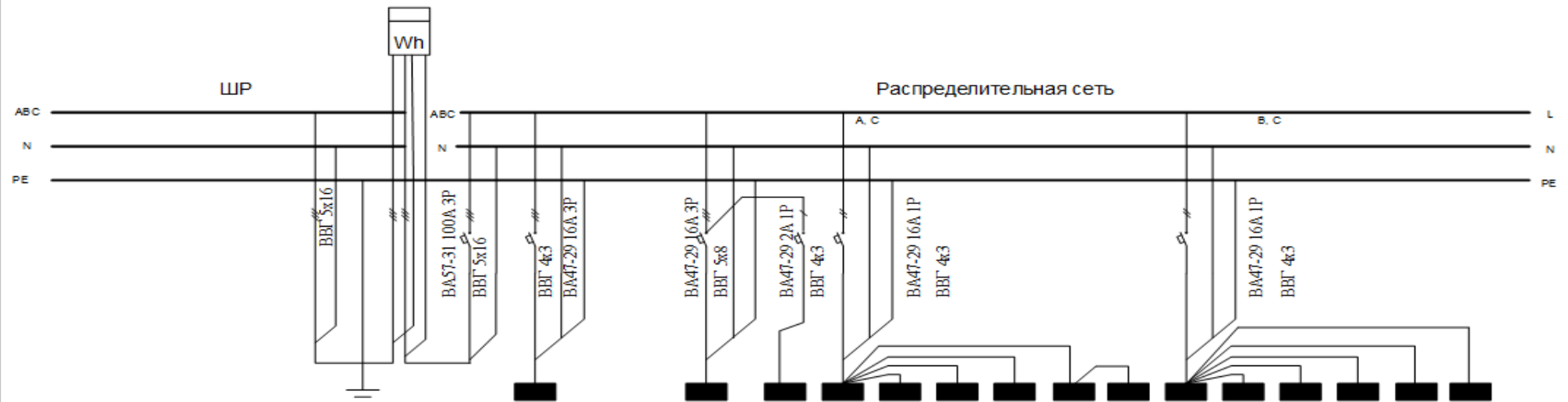
На рисунке 5 позициями обозначены: А – Дисплей отображения данных и функций управления; В – Световая индикация «Питание», «Работа», «Неисправность»; С – Кнопка аварийного отключения инвертора; D – Замок фронтальной двери; F – Рычаг запуска и останова инвертора; G – Выключатель со стороны сети.

Жидкокристаллический сенсорный экран инвертора позволяет отображать и выполнять следующие функции:

- Запуск и останов инвертора;
- Показ данных о работе инвертора в режиме реального времени;
- Показ информации об ошибке;
- Регулировка параметров работы;
- Отображение сохранённых данных.

Таблица 38 – Технические параметры инвертора SG250K3

Параметры	Описание
Параметры постоянного тока	
Максимальное напряжение	900 В
Стартовое напряжение	470 В
Напряжение MPP	450 – 820 В (постоянный ток)
Минимальное напряжение	
Максимальная мощность	275 кВт
Максимальный входной ток	600 А
Параметры переменного тока	
Номинальная выходная мощность	250 кВт
Максимальный выходной ток	397 А
Номинальное напряжение сети	400 В (переменный ток)
Диапазон напряжения сети	310 – 450 В
Номинальная частота сети	50/60 Гц
Диапазон частоты сети	47 -5.1 Гц/57 – 61.5 Гц
Эффективность	
Максимальный КПД	97.3 %
Механические параметры	
Габариты	1800×2180×850 мм
Вес	2100 кг
Прочее	
Степень защиты	IP20
Потребляемая мощность	<100 Вт
Температура окружающей среды	- 25°C - 55 °C
Способ охлаждения	Воздушный (контролируемый)
Относительная влажность	0 – 95 % (без конденсата)
Максимальная высота работы	6000 м (свыше 3000 м снижаются номинальные параметры)
Дисплей	Сенсорный LCD
Коммуникация	RS485, Ethernet (Опционально)



Обозначение	Гр 1	Гр 2	Гр 3	Гр 4				Гр 5					
Установленная мощность, кВт	1	10.5	2.645	0.022	1.48	0.106	0.038	0.01	0.13	0.15	0.125	2.3	0.005
Ток, А	0.97	14.1	1.55	0.037	2.06	0.3	0.027	0.017	0.3	0.216	0.3	2.888	0.01
Наименование, тип	Склад-мастерская	Электрощитовая	Кухня-столовая	1 этаж, холл, тамбур	Гостиная	С/у.	Прихожая, кладовая, техническое помещение	2 этаж, холл	Спальня 1	Спальня 2	Спальня 3	Ванная	Кладовая

						ДП-ФЮРА.3710000082.Э4			
Изм.	Лист	Докум.	Подпись	Дата	Принципиальная схема электроснабжения гостевого дома		Лит	Масштаб	Масштаб
Разработ.	Дерматовская						У		
Проверил	Мурале И.О.								
Реценз.							Лист 1	Листов 1	
Контр.									
Н.Контр.									
Утв.									
							ТПУ ЭНИН Группа 5АМ4Е		