

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

ИВАНОВ ДЕНИС ДМИТРИЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕ-
НИЯ ЖИЛОГО ОБЪЕКТА С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ИСТОЧНИКА-
МИ ЭНЕРГИИ**

Направление 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Комсомольск – на – Амуре

2023

Работа выполнена на кафедре «Электромеханика» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (КНАГУ).

Научный руководитель

кандидат тех. наук, доцент
Янченко Андрей Вячеславович

Рецензент

начальник отдела подбора и обучения
персонала ПАО «Амурский судостроительный завод», канд. тех. наук
Киница Олег Игоревич

Защита состоится «3» марта 2023 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 203/3.

Секретарь ГЭК

Н.Н. Мельникова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Актуальность данной работы связана с тем, что в зонах, где отсутствует централизованное электроснабжение, возникает необходимость в альтернативных источниках энергии, путем введения системы автономного электроснабжения. В большинстве районов приход солнечной радиации и наличие ветра находятся в противофазе, т.е. когда светит яркое солнце, обычно нет ветра, а если дует сильный ветер, то нет солнца. Поэтому для обеспечения бесперебойного электроснабжения автономного объекта, уменьшения необходимой мощности ветротурбины и солнечной батареи и ёмкости аккумуляторной батареи, улучшения режимов работы станции во многих случаях целесообразно использование ветросолнечной электростанции.

Однако, сложность процессов энергопреобразования в гибридных энергоустановках, совершенствование их характеристик и расширение масштабов практического применения возобновляемой энергетики требуют продолжительных исследований в указанном направлении.

Таким образом, диссертационные исследования, посвященные разработке и исследованию системы с использованием солнечно электрической и ветроэлектрической установки.

Степень разработанности. В процессе работы над диссертацией был проведен обзор существующих автономных источников электроэнергии для относительно небольшой мощности. Была разработана и исследована система электроснабжения для района Хабаровского края.

Объектом исследования является ветросолнечная система электроснабжения для коттеджа.

Целью и задачей исследования является разработка системы автономного электроснабжения для коттеджа, расчет солнечно электрической установки и ветроэлектрической установки, экономическая оценка системы, экологический анализ.

Личный вклад. Автором был проведен обзор наиболее перспективных и надежных систем автономного электроснабжения объектов, сделан расчет системы электроснабжения коттеджа.

Публикации. По результатам исследований имеется одна публикации:

1. Иванов Д.Д., Янченко А.В. Оценка мощности альтернативных источников энергии для энергообеспечения жилого объекта. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. ФГБОУ ВО «КНАГТУ». Комсомольск-н/А, 2022.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, десяти глав, заключения, списка использованных источников. Содержит 67 страниц основного машинописного текста, 23 рисунка. Библиографический список включает 14 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, обозначена цель и сформулированы задачи исследования.

В первой главе представлены основные виды и преимущества нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Во второй главе представлен обзор наиболее распространенных нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Солнечная электростанция ее преимущества и недостатки, изготовление солнечных панелей, сравнение моно, поли и аморфных солнечных панелей. Виды установок ветрогенераторов.

В третьей главе представлен расчет суточного освещения коттеджа, выбирается необходимое количество и вид ламп освещения.

В четвертой главе рассчитывается мощность, требуемая для автономного электроснабжения коттеджа, для потребителей электроэнергии, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 - Требуемые мощности потребителей электроэнергии

Потребитель	Мощность, Вт	Суммарная мощность
Стиральная машина	2200	6680
Пылесос	1800	
Микроволновая печь	1000	
Чайник	1000	
Телевизор	300	
Холодильник	200	
Ноутбук	180	

В пятой главе произведен расчет солнечно-электрической установки (СЭУ), найден ток, генерируемый в СЭУ, при номинальном напряжении СЭУ $U_{фэ} = 12$ В. Выбран для СЭУ солнечный модуль ФСМ-200М М10 со следующими характеристиками, приведенными на рисунке 1 (параметры измерены при стандартных условиях – интенсивности солнечной радиации 1000 Вт/м^2 и температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$)

Размер (Д x Ш x Г)	1290 x 760 x 30мм
Вес	9,55 кг
Номинальное напряжение АКБ (V)	12v
Тип солнечных элементов	Монокристаллические
Номинальная мощность	200Вт, (0 ~ +3%)
Напряжение при пиковой мощности (Vmp)	18,24В
Ток при пиковой мощности (Imp)	10,97А
Ток короткого замыкания (Isc)	11,73А
Напряжения холостого хода (Voc)	21,8В
Максимальное напряжение в системе (VDC)	1000В
Температура эксплуатации	-40 ~ +85°С
Материал рамы	Анодированный алюминий
Количество элементов	72шт
Размер элементов	M10 182x151мм
Распределительная коробка	IP67
Токопроводящие шины	5шт
Коннекторы	MC4
Длина кабеля (±5мм)	900мм
Сечение кабеля	4мм ²
Количество диодов	2шт
КПД солнечного модуля	20,4%
КПД солнечного элемента	19,6%
Солнечные элементы	Sunpower Grade A, монокристалл

Рисунок 1 - Характеристики солнечного модуля ФСМ-200М M10

В шестой главе представлен расчет ветроэлектрической установки (ВЭУ), где определяется его максимальная мощность, необходимая для стабильного энергоснабжения. Выбран ветрогенератор ROSVETRO SS-600 со следующими характеристиками, приведенными на рисунке 2.

Рассчитана полезная мощность, которую вырабатывает ветрогенератор, при скорости ветра 3м/с, 5 м/с, 7 м/с.

Тип	Горизонтальный
Ном. мощность	600 Вт
Макс. мощность	650 Вт
Диаметр колеса	1,65 м
Ном. напряжение	12/24 V
Пусковая скорость ветра	2,0 м/с
Ном. скорости ветра	13 м/с
Кол-во лопастей	3
Длина лопастей	0,8 м
Рабочая температура	-40 °С ~ 50 °С
Контроллер	MPPT
Материал корпуса	Сплав, алюминий, композит
Вес (кг)	14
Срок службы	20 лет
Комплектация	Ветрогенератор, контроллер, крепежные аксессуары
Автоориентирование на ветер	Да
Защита от ураганных ветров	Да
Уровень шума	Низкий, до 45 Дб
Крепёж на мачту	Платформа на трубу 76 / 108 мм
Рекомендованные аккумуляторы	min 60 А·ч, тип GEL
Контроллер заряда	В комплекте
Прочий крепёж	В комплекте
Комплект крепежей	Да
Электропривод	Не требуется
Охлаждение генератора	Воздушное
Ном. число об/мин.	~ 350
Антикоррозийная обработка	Да
Ток с генератора	Переменный, 3 фазы
Класс защиты	IP67
Работа в дождливые дни	Да

Рисунок 2 – Характеристики ветрогенератор ROSVETRO SS-600

В седьмой главе рассчитана ёмкость аккумуляторной батареи, требующаяся для покрытия нагрузки за сутки. Выбраны аккумуляторы Delta FT 12-180 М, имеющие следующие характеристики: ёмкость – 180 А·ч; напряжение – 12 В; габариты – 546 * 125 * 317 мм; вес – 53 кг; тип клемм – болты М8; цена – 35000 руб.

В восьмой главе представлен расчет срока окупаемости СЭУ и ВЭУ, расчёт себестоимости системы автономного электроснабжения коттеджа.

В девятой главе представлен расчет выработки электроэнергии СЭУ ВЭУ с помощью расчетной программы онлайн-калькулятор Helios.

Показатели выработки электроэнергии солнечной электростанции представлены на рисунке 3

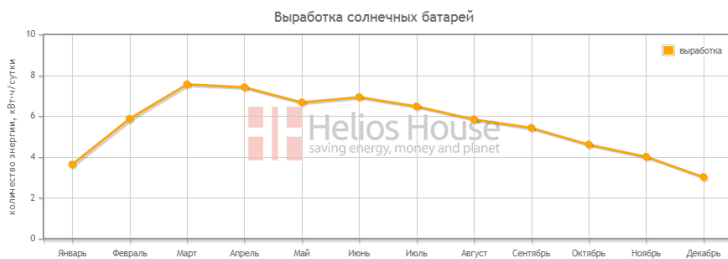


Рисунок 3 – Показатели выработки электроэнергии солнечной электростанции

Показатели выработки электроэнергии ветровой электростанции представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Показатели выработки электроэнергии ветровой электростанции

Общая выработка электроэнергии (СЭУ+ВЭУ), её показатели отображены на рисунке

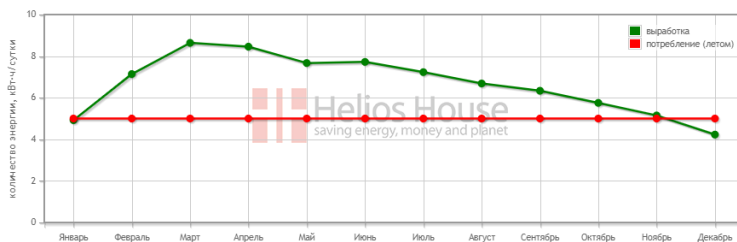


Рисунок 17 – Показатели суммарной выработки электроэнергии (СЭУ + ВЭУ)

В десятой главе произведен анализ потенциальных опасностей и вредных производственных факторов при эксплуатации проектируемой системы, разработаны мероприятия по достижению безопасных и безвредных условий труда при эксплуатации проектируемой системы, и определена экологичность проекта.

Заключение

В магистерской диссертации рассчитана и спроектирована система автономного электроснабжения для коттеджа. Рассмотрены различные варианты систем автономного электроснабжения. Для использования в диссертации выбрана солнечно-ветровой электростанция, использующая энергию солнца и ветра для питания потребителей электроэнергии, так как она обеспечивает стабильную выработку электроэнергии в течение года и при этом не требует топлива.

Для освещения выбраны светодиодные лампы, так как они обладают малой мощностью и большим сроком службы. Малая потребляемая мощность ламп позволяет значительно уменьшить стоимость солнечно-ветровой станции. Выбран проект коттеджа, и произведён расчёт потребителей и освещения для каждого помещения в коттедже. Определено количество светодиодных ламп, требующееся для освещения. Определена расчётная мощность и энергопотребление освещения.

По результатам расчёта аккумуляторной батареи выбрано количество аккумуляторов для системы. Произведены расчеты работы горизонтально-осевого 3-х лопастного ветрогенератора при разной скорости ветра.

Рассчитан срок окупаемости солнечно электрической системы и ветроэлектрической установки, себестоимости системы автономного электроснабжения, и общего срока окупаемости всей системы автономного электроснабжения.

Также рассмотрены и проанализированы опасные и вредные факторы, действующие на человека при эксплуатации спроектированной системы автономного электроснабжения и методы по их снижению. Составлена инструкция по безопасной эксплуатации. Спроектированная система автономного электроснабжения удовлетворяет всем предъявляемым стандартами требованиям и условиям.