

УДК 621.548:621.311.243:620.92(476)

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Старостенков Я. Н.

студент

Научный руководитель – старший преподаватель *Петровская Т. А.*,
энергетический факультет, Белорусский национальный
технический университет

Развитие распределённой энергетики в современном мире требует внедрения гибких и мобильных решений, способных обеспечить автономное энергоснабжение вне зависимости от централизованных сетей [1]. Особенно актуально это для сельских районов, удалённых территорий, а также для объектов временного характера – строительных площадок, аграрных комплексов, полевых лабораторий и аварийных служб. В условиях роста цен на ископаемое топливо и необходимости снижения выбросов парниковых газов такие установки становятся не только технически оправданными, но и социально значимыми.

Целью разработки является создание мобильной гибридной ветро-солнечной энергетической установки (ВСЭУ), которая сочетает экологичность, мобильность и экономическую эффективность. Основные задачи исследования включают разработку конструктивной схемы, подбор оптимальных компонентов, оценку экономической целесообразности и анализ перспектив применения в различных сферах [2].

Конструктивно установка выполнена в виде модульного комплекса, размещённого на прицепной платформе или в контейнере. В её состав входят вертикальный многолопастной ветрогенератор, складные поликристаллические солнечные панели, аккумуляторный блок на основе литий-железо-фосфатных батарей, а также инвертор, контроллер заряда и система управления [3]. Для повышения надёжности предусмотрено подключение резервного дизель-генератора, что гарантирует бесперебойную работу при длительном отсутствии солнца и ветра (рисунок 1).

Технические показатели установки включают мощность солнечных панелей 2 кВт, мощность ветрогенератора 1,5 кВт и ёмкость аккумуляторной батареи 7,5 кВт·ч. Срок службы солнечных пане-

лей и ветрогенератора составляет около 25 лет, а аккумуляторного блока – 15 лет. Установка может быть подключена к внешней сети, что расширяет её функциональные возможности.



Рисунок 1 – Модель мобильной ветро-солнечной энергетической установки

Ключевыми преимуществами мобильной ВСЭУ являются автономность, транспортируемость, энергетическая устойчивость, экологическая безопасность, финансовая целесообразность, универсальность применения и масштабируемость. Автономность позволяет использовать её в любом месте, где есть доступ к солнечному свету и ветру. Транспортируемость обеспечивается компактным исполнением на мобильной платформе. Энергетическая устойчивость достигается за счёт совмещения солнечной и ветровой генерации, что позволяет компенсировать колебания погодных условий [4, 5]. Экологическая безопасность выражается в отсутствии вредных выбросов и шумового загрязнения, что делает установку пригодной для размещения вблизи жилых территорий. Финансовая целесообразность проявляется в сокращении расходов на топливо и обслуживание, а срок окупаемости составляет 4–6 лет. Универсальность применения позволяет использовать установку в сельском хозяйстве, строительстве, аварийно-спасательных работах, экспедициях и на массовых мероприятиях. Масштабируемость обеспечивается модульной структурой, которая позволяет увеличивать мощность системы в зависимости от потребностей конкретного объекта.

Экономическая эффективность проекта определяется снижением затрат на топливо и обслуживание. При использовании стандартных методик расчёта, таких как NPV и IRR, установка демонстрирует положительные результаты. В условиях роста цен на энергоносители срок окупаемости сокращается, что делает проект привлекательным для инвесторов и государственных программ поддержки «зелёной энергетики».

Экологический эффект применения мобильных гибридных установок заключается в снижении выбросов парниковых газов, уменьшении зависимости от ископаемого топлива и улучшении экологической обстановки. Установка соответствует международным стандартам устойчивого развития и может быть использована вблизи жилых территорий без риска шумового загрязнения.

Перспективы внедрения подобных систем связаны с их применением в полевых метеостанциях и лабораториях, аграрных хозяйствах и тепличных комплексах [5], строительных объектах и временных лагерях, аварийно-спасательных операциях, экспедициях и массовых мероприятиях [6, 7]. Их мобильность позволяет оперативно реагировать на потребности в энергии в любой точке страны, включая труднодоступные районы. В перспективе такие установки могут стать частью национальной программы по развитию распределённой энергетики, обеспечивая энергетическую независимость регионов и устойчивость энергосистемы в целом.

Таким образом, разработка мобильной гибридной ветро-солнечной энергетической установки является актуальным направлением в области распределённой энергетики. Она сочетает экологичность, мобильность и экономическую эффективность, что делает её перспективной для широкого внедрения в различных сферах.

Список использованных источников

1. Старостенков, Я. Н. Влияние условий окружающей среды на работоспособность солнечной панели = Influence of environmental conditions on solar panel performance / Я. Н. Старостенков ; науч. рук. Т. А. Петровская // Актуальные проблемы энергетики – 2024 : материалы студенческой научно-технической конференции / сост. И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская ; редкол.: Е. Г. Пономаренко (пред.), Н. Б. Карницкий, В. А. Седнин [и др.]. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 146–151. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/153366/146-151.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 03.11.2025).

2. Петровская, Т. А. Повышение КПД солнечных панелей / Т. А. Петровская, Я. Н. Старостенков // Лучшие студенческие исследования : сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – С. 31–35. – Режим доступа: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2024/06/K-651.pdf#page=31> (дата обращения: 03.11.2025).

3. Старостенков, Я. Н. Расчёт экономической эффективности солнечной электростанции в агропромышленном комплексе / Я. Н. Старостенков // Актуальные проблемы энергетики : материалы 81-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, апрель 2025 г. – Минск : БНТУ, 2025. – С. 24–28. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/159136/Aktualnye_problemy_energetiki_81.pdf?sequence=1#page=24 (дата обращения: 03.11.2025).

4. Петровская, Т. А. Общие тенденции развития солнечной энергетики / Т. А. Петровская, Я. Н. Старостенков // World Science: Problems and Innovations : сборник статей LXXX Международной научно-практической конференции. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – С. 67–69. – Режим доступа: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2024/08/МК-2109.pdf> (дата обращения: 03.11.2025).

5. Старостенков, Я. Н. Использование прозрачных солнечных панелей в сельскохозяйственных теплицах / Я. Н. Старостенков // Инженерные решения для АПК : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора А. М. Лопатина (1939–2007), 13 ноября 2024 года. – Рязань : Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева, 2024. – С. 112–115. – Режим доступа: https://rgatu.ru/archive/sborniki_konf/!2024/13_11/sbor.pdf (дата обращения: 03.11.2025).

6. Проскурякова, Л. Н. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития / Л. Н. Проскурякова, Г. В. Ермоленко ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2017. – 96 с.

7. Новокрещенов, О. В. Комбинированные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии / О. В. Новокрещенов, Г. С. Отмахов, М. Ю. Хуаде // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 786–797. – DOI: 10.21515/1990-4665-132-063.

УДК 004.738

РАЗРАБОТКА «УМНОГО ДОМА» НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MQTT НА БАЗЕ МОДУЛЯ ESP32

Сувханов Д. Д.

Институт телекоммуникаций и информатики
Туркменистана, г. Ашхабад

«Умные дома» уже навсегда вошли в нашу жизнь. Они предлагают своим пользователям различные функции. Для того, чтобы предложить гражданам нашей страны услугу «умный дом» на основе технологий, отвечающих современным стандартам, необходимо найти научно обоснованные решения. Публикация многочисленных статей [2–4] о системах «Умный дом» также свидетельствует о том, что этот вопрос до конца не изучен с научной точки зрения. Поэтому создание подходящей для этой системы топологии и программного обеспечения является одним из важнейших вопросов в нашей стране. В результате анализа разработана новая технология системы «Умный дом».