

Разработка гибридного ветро-солнечного энергокомплекса

¹***АЛИЕВ Асхат Калимжанович**, докторант, askhataliyev13@gmail.com,

¹**ДЮСЕНОВ Канат Махметович**, к.т.н., и.о. доцента, kdyussenov@yandex.ru,

²**СЕДНИН Алексей Владимирович**, к.т.н., доцент, alexeisdn@gmail.com,

³**БАЙМУХАМЕДОВ Малик Файзулович**, д.т.н., профессор, bmf45@mail.ru,

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан,

²Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, Минск, Беларусь,

³Костанайский социально-технический университет имени З. Алдамжара, пр. Кобланды Батыра, 27, Костанай, Казахстан,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Актуальность проблемы энергетической и экологической безопасности с каждым годом возрастает. Поэтому в энергетике совершенствование возобновляемых источников энергии крайне важно. Комплексная разработка оптимальных технологических процессов, экономически выгодных и позволяющих повысить эффективность ветро-солнечных установок, является важной проблемой на сегодняшний день. В статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием возобновляемых источников энергии. Создана энергетическая система, объединяющая ветровую и солнечную энергию. Её конструкция включает в себя ветряную турбину с горизонтальной осью и солнечные панели. Лопasti ветряной турбины выполнены из материала – поливинилхлорид. Проект представляет моделирование двух новых систем энергоснабжения, использующих возобновляемые источники энергии: солнечную и ветровую. Энергия, производимая обоими источниками, была объединена при помощи контроллера заряда и затем передана на инвертор. Полученная энергия была направлена на обеспечение электричеством жилых помещений. Прототип демонстрирует оценку эффективности комбинированной солнечной и ветровой системы для обеспечения необходимых потребностей в домашнем комфорте, таких как освещение, работа вентиляторов и т.д. Кроме того, ветряная установка способна функционировать при менее высоких скоростях ветра, что увеличивает общую эффективность системы. Этот прототип был протестирован в сочетании с фотоэлектрическими панелями для проверки выходной мощности и общей эффективности комплексной системы. Сравнение между предложенной и текущей системами подтвердило множество преимуществ предлагаемой конфигурации. Эффективность ветряной турбины была улучшена в процессе её производства, особенно при её использовании вместе с фотоэлектрическими панелями, что значительно повысило общую производительность.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, теплоэнергетика, ветро-солнечная электростанция, ветрогенератор, солнечные панели, гибридная установка, фотоэлектрический модуль, резервная мощность, прототип, эффективность системы.

Введение

Учитывая тенденцию постоянного роста тарифов на электроэнергию и постоянное техническое совершенствование теплоэлектростанций (ТЭЦ) и снижение цены компонентов альтернативной энергетики становится все актуальней практическое их использование.

Гибридные системы объединяют несколько компонентов производства электро-

энергии под единым, обычно внимательно разработанным управлением, что обеспечивает системе способность предоставлять электроэнергию с необходимым качеством. В период автономной энергетики эти компоненты могут включать в себя источники возобновляемой энергии, такие как ветряные турбины, фотоэлектрические и солнечные панели, тепловые и гидроэлектростанции, станции управления энергией от волн или

биомассу, и так далее. Кроме того, в состав могут входить ископаемые источники энергии, такие как дизельные генераторы, газовые турбины, энергоблоки и прочее.

В условиях Акмолинской области наиболее рациональным можно считать использование ветро-солнечных электростанций, так как баланс солнечных и ветреных дней примерно одинаков и этим обеспечивается максимальная стабильность прихода энергии.

Так и по мнению множества экспертов в области возобновляемых источников энергии, система, которая сочетает в себе элементы ветра и солнечного света (фотоэлектрические), представляет несколько привлекательных преимуществ по сравнению с отдельными системами [1].

На рисунке 1 показана схема контроля гибридной системы.

Основными положительными сторонами ветро-солнечной электростанции являются независимое постоянное снабжение энергией в необходимом количестве, постоянные характеристики выходного напряжения, отсутствие скачков и отклонений от нормы, возможность модернизации под текущие запросы потребления, экологическая безопасность.

Используя ветро-солнечную установку, надо понимать, что вы всегда используете энергию аккумуляторов, а ветрогенератор и солнечные панели являются заряжающими устройствами, поэтому к потреблению энергии в этом случае надо относиться с пониманием, потребление энергии в этом случае надо планировать, то есть наиболее энерго-

емкие действия надо проводить днем, когда приход энергии больше.

Ввиду вероятности отсутствия энергоснабжения, относительного избытка произведенной электроэнергии, вероятности неиспользованного энергоснабжения, стоимости жизненного цикла, выровненной стоимости электроэнергии и стоимости единицы энергии, произведенной с помощью батареи в течение жизненного цикла в банке, эта стратегия направлена на конкретную область и использует итеративный план [2].

Сначала были завершены исследования рабочих характеристик роторов ветряных турбин с использованием обычных трехлопастных прямых и изогнутых роторов. Были оценены эксплуатационные качества разработанных острых кромок ротора, а также проанализированы полученные результаты. Нормальное исполнение ротора ветряной мельницы было проверено в полевых условиях. Для каждой из нескольких оценок доли покрытия ротора была собрана тестовая информация, связанная со скоростью, крутящим моментом и мощностью ротора при значительном количестве скоростей ветра. Была доставлена модель ветряной турбины для выработки электроэнергии поблизости.

Методы исследования

Гибридная система объединяет в себе преимущества как ветряной, так и солнечной энергии. Такая гибридная система позволяет оптимально использовать доступные источники энергии и обеспечивает надежное энергоснабжение даже в условиях непостоянства ветра и солнца. Она является

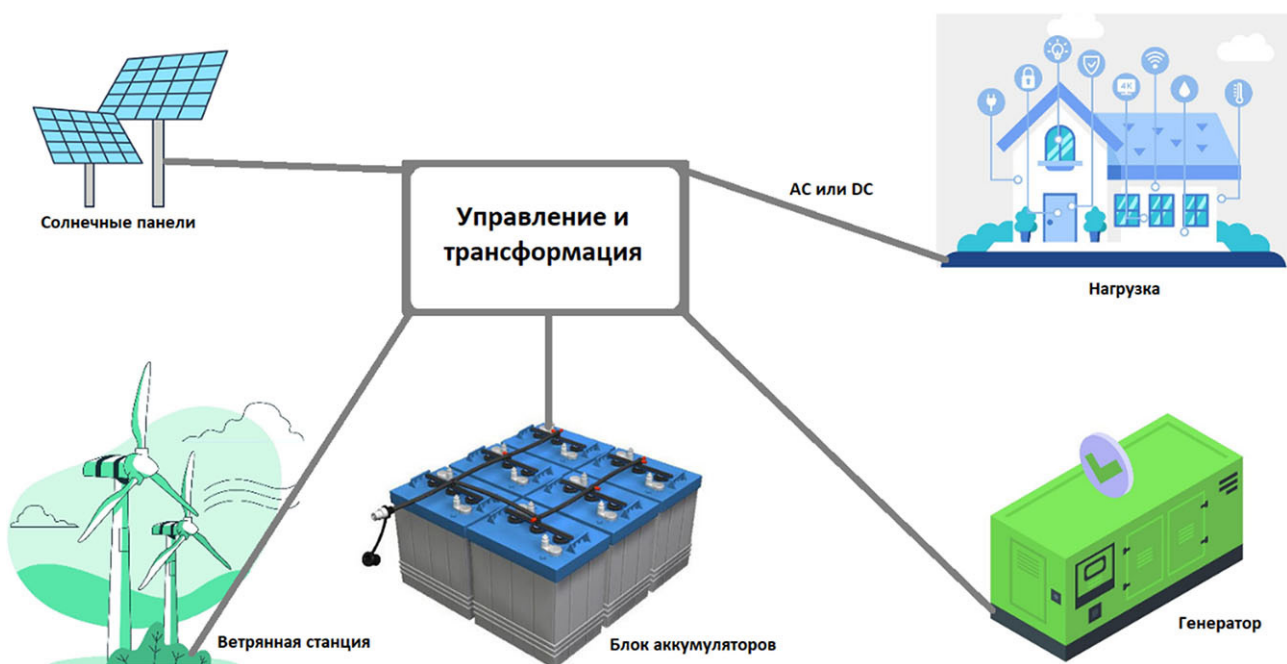


Рисунок 1 – Схема гибридной энергосистемы

хорошим вариантом для автономного и стабильного обеспечения электро- и теплоэнергией в удаленных районах или в тех случаях, когда надежность энергоснабжения критически важна.

В альтернативной энергетике, основанной на использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ), сегодня по-разному решается вопрос одновременного использования сразу нескольких возобновляемых источников энергии, например, ветра и Солнца. Суммирование энергии от нескольких возобновляемых источников энергии в одной установке энергетически выгоднее, чем суммирование энергии от нескольких установок, каждая из которых получает энергию от одного из возобновляемых источников энергии [3-6].

Лопастей ветряной турбины изготовлены из труб ПВХ. Энергия, производимая обоими источниками, совмещается при помощи контроллера заряда и затем подается на инвертор для использования в бытовой нагрузке. На диаграмме изображена структурная схема предлагаемой гибридной системы. Проект описывает моделирование двух новых систем электроснабжения, основанных на возобновляемых источниках энергии: фотоэлектрической и ветроэнергетической. Наша модель представляет собой оценку комбинированной солнечной и ветровой системы, учитывая потребности дома в электроэнергии, такие как освещение и вентиляция.

На рисунке 2 изображена блок-схема основной конструктивной идеи предлагаемой гибридной системы. На рисунке 3 показана блок-схема базовой конструктивной идеи гибридной системы.

Ветровая электроустановка

Существует множество различных конструкций и дизайнов ветрогенераторов, включая вертикальные и горизонтальные оси вращения, а также экзотические варианты, такие как ветрогенераторы с парусами, турбины Дарье и роторы Савониуса [3]. Каждый из них имеет свои уникальные преимущества и ограничения, что делает их подходящими для разных условий и задач.

Ветряные установки с горизонтальной осью вращения (горизонтальные ветряки) наиболее распространены и широко используются для генерации электроэнергии и тепловой энергии. Эта классическая конфигурация имеет ряд преимуществ, включая высокую эффективность и относительно низкие издержки производства.

В системе применяется ветряная турбина с горизонтальной осью, включающая основной вал ротора и электрический генератор, размещенный на вершине башни, причем по их ориентации указывается направле-

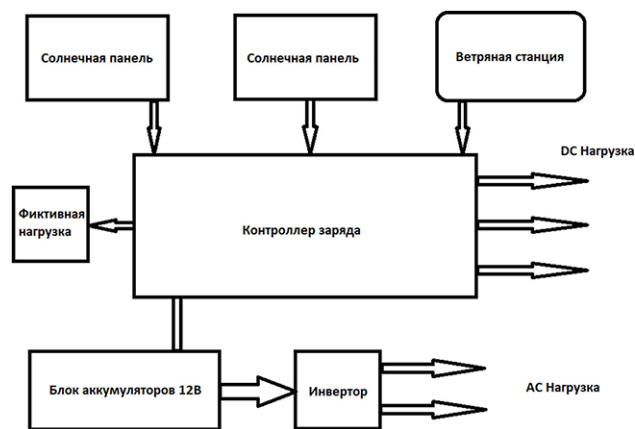


Рисунок 2 – Структурная схема предлагаемой гибридной системы

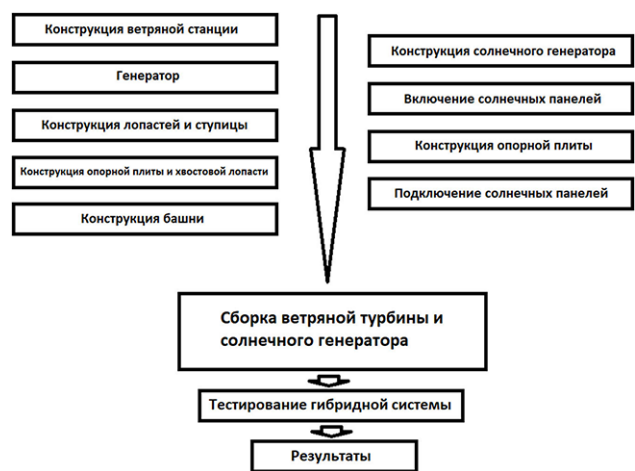


Рисунок 3 – Технологическая схема основной идеи дизайна

ние ветра. Базовые флюгеры, установленные перпендикулярно ротору, используются для заострения лопастей, в то время как крупные турбины используют датчик ветра в сочетании с серводвигателем. В более дорогих моделях ветряных турбин установлен редуктор, который преобразует умеренный поворот ротора в более высокоскоростное вращение, что более эффективно для привода электрогенератора.

Из-за турбулентности, создаваемой башней, ветряная турбина обычно размещается с подветренной стороны от нее. Лопастей ветряных турбин созданы прочными, чтобы в случае сильного ветра не деформировались под давлением. Кроме того, лопасти размещаются на значительном расстоянии друг от друга перед башней и в определенных случаях немного наклоняются вверх [7].

Солнечная панель

Солнечная панель представляет собой сборку фотоэлектрических элементов, объ-

единенных в одну плату. Она используется как компонент более крупной фотоэлектрической системы для производства и поставки электроэнергии как в коммерческих, так и в частных целях. Поскольку отдельная солнечная панель способна производить ограниченное количество энергии, многие предприятия устанавливают несколько таких плат. Фотоэлектрическая система обычно включает в себя различные солнечные панели, инверторы и в некоторых случаях батареи и проводку для соединения компонентов. Изображения солнечной панели на рисунке 4.

На данной установке будут использоваться монокристаллические солнечные батареи. Она имеет ряд преимуществ перед другими видами. Это прежде всего высокий КПД (коэффициент преобразования): по сравнению с другими типами солнечных панелей, такими как поликристаллические или тонкие пленочные батареи. Также это эффективность при низком освещении, что может быть полезным в условиях, когда солнечная активность невысока, например, в пасмурные или вечерние периоды. Ну и конечно, меньшая площадь установки: монокристаллические батареи имеют более высокий КПД на единицу площади по сравнению с поликристаллическими, что может быть важным при ограниченном пространстве [8].

Стоит отметить долговечность и стабильность, которая особенно важно в условиях эксплуатации ветро-солнечной установки. Данные батареи обычно имеют более низкий коэффициент температурной зависимости, что делает их менее чувствительными к изменению температуры в сравнении с другими технологиями. Что очень важно для резко континентального климата Казахстана.

Эти солнечные панели будут работать на напряжении 9 В и токе 450 мА. Они функционируют как устройства, собирающие энергию солнечного света и превращающие ее в электричество. Внутри панели установлены фотоэлектрические элементы – это полупроводниковые устройства, которые преобразуют световую энергию в электричество. Когда свет попадает на эти элементы, они начинают проводить электричество. Энергия, произведенная таким образом, сохраняется в батарее.

Для оптимальной работы солнечных панелей важно, чтобы изолирующие диоды были защищены от частичного или полного затенения, а также вечернего освещения, чтобы избежать обратных токов, которые могут снизить эффективность панелей и привести к перегреву от затененных частей. Также высокие температуры могут умень-

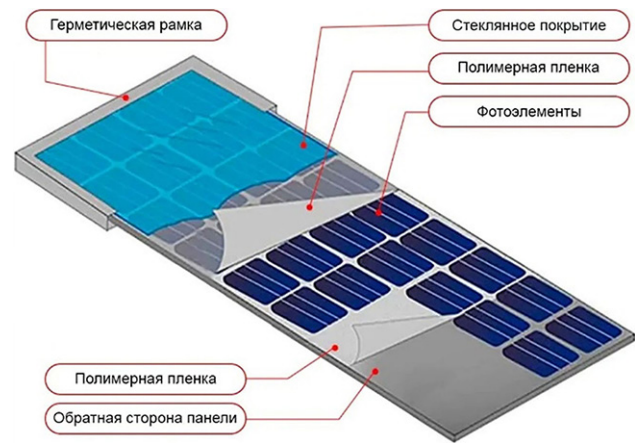


Рисунок 4 – Солнечная панель

шить эффективность солнечных батарей, поэтому важно обеспечить хорошую вентиляцию вокруг панелей.

Это еще одна идея плана – разделить свет на разные длины волн и направить каждую длину волн на соответствующие ячейки. Предполагается, что такой подход может увеличить эффективность вдвое.

В настоящее время лучшие показатели изменения дневного света, которые можно достичь с помощью доски, ориентированной на солнце, составляют около 23% для коммерческих предприятий. Плотность энергии такой солнечной панели, которая измеряется как эффективность в максимальной выходной мощности на единицу площади, обычно выражается в ваттах на квадратный фут (Вт/фут²). Наиболее эффективные солнечные панели, выпускаемые массово, имеют плотность энергии более 13 Вт/фут².

Инвертор

Инвертор представляет собой электрическое устройство, которое преобразует постоянный ток (DC) в переменный (AC). При этом переменный ток может иметь любое необходимое напряжение и частоту благодаря применению соответствующих трансформаторов и управляющих цепей. Твердотельные инверторы, лишенные подвижных частей, находят применение в разнообразных областях, начиная от небольших источников питания для компьютеров и заканчивая обширными электроснабжающими системами с высоким напряжением и согласованным током, передающими значительную мощность.

Инверторы регулярно используются для управления переменным током от источников постоянного тока, таких как солнечные батареи или аккумуляторы. На рисунке 5 представлена простая схема инвертора с автоматическим переключателем.

Аккумулятор

Добавление резервной мощности и ис-

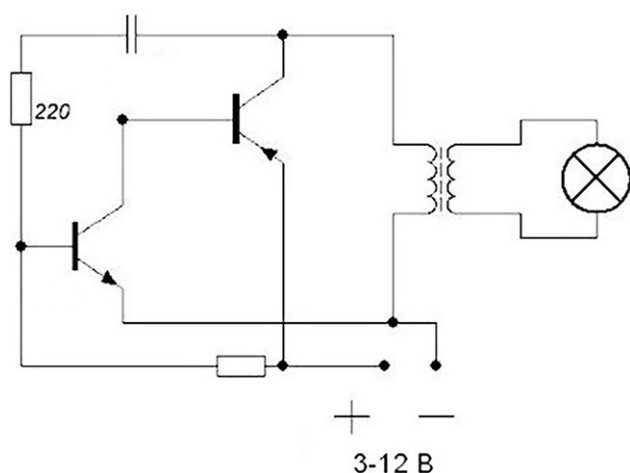


Рисунок 5 – Схема инвертора с автоматическим переключателем

пользование больших ёмкостей аккумуляторных батарей позволяют бороться с периодами безветрия и пасмурной погодой. Добавление 20-30% лишней мощности к заявленной клиентом мощности ветрогенератора и солнечных панелей – это важный резерв для периодов пикового потребления или непредвиденных обстоятельств. Этот запас позволяет системе накапливать дополнительную энергию в тех моментах, когда производство энергии превышает потребление. Использование больших ёмкостей аккумуляторных батарей играет ключевую роль в обеспечении непрерывного энергообеспечения [9].

В системе используется 12-вольтовая литий-железо-фосфатная батарея с максимальным номинальным током 32 Ампера. Эта разновидность перезаряжаемой литий-ионной батареи, известная как LiFePO4 или LFP-батарея, применяет LiFePO4 в качестве катодного материала. Ее технология основана на частицах лития и имеет свои плюсы

и минусы по сравнению с другими типами литиевых батарей. Например, LiFePO4 обладает более высоким током и мощностью по сравнению с LiCoO2. Она также обеспечивает длительный срок службы благодаря своей технологии. LiFePO4 имеет медленную потерю энергии по сравнению с другими типами литиевых батарей, такими как LiCoO2, LiMn2O4 или литий-ионные аккумуляторы. Например, после года использования ячейка LiFePO4 обычно сохраняет энергетическую плотность, близкую к ячейке с LiCoO2, что говорит о ее стабильности и, возможно, более высокой плотности.

Лопатки турбины изготовлены из ПВХ для уменьшения общего веса установки. Турбина имеет три такие лопасти, расположенные на равном расстоянии друг от друга под углом 120 градусов благодаря своему аэродинамическому дизайну. Этот подход предотвращает нежелательные колебания и вибрации, обеспечивая эффективное использование потока воздуха. На рисунке 6 изображена компоновка лопастей ветрогенератора.

Результаты и обсуждение

Выходное напряжение солнечной панели было измерено путём непрерывного мониторинга панели под прямыми солнечными лучами с 8 утра до 6 вечера. Использовался мультиметр для сбора значений напряжения, которые представляют собой среднее значение за указанный временной промежуток.

Что касается выходного напряжения ветрогенератора, оно было получено при размещении турбины в центре ветряных потоков. Наблюдения за её работой проводились непрерывно, и были зафиксированы значения напряжения при различных скоростях ветра. Использовались мультиметр для записи напряжения и анемометр для измерения скорости ветра.



Рисунок 6 – Лопасти ветрогенератора

Данные по напряжению, представленные в отчёте, отражают максимальные значения, наблюдаемые в течение определённого времени.

В таблице приведены характеристики вырабатываемого напряжения солнечной панели и ветряной турбины.

Солнечная энергия доступна только в течение дневного периода, в то время как энергия от ветра доступна непрерывно, как в дневное, так и в ночное время.

На основании результатов эксперимента можно сделать следующие выводы:

- Доступность обоих источников энергии является взаимоисключающей, они взаимно компенсируют друг друга.
- Максимальная доступность солнечной энергии наблюдается в полдень, в то время как доступность энергии ветра минимальна.
- Ночью доступность энергии ветра максимальна, а солнечной энергии вообще нет.
- Следовательно, комбинация обоих источников энергии обеспечивает постоянную доступность электроэнергии.

Строительство ветро-солнечных систем с использованием нескольких менее мощных ветрогенераторов вместо одного крупного – это концепция, известная как распределённая генерация, имеет несколько преимуществ. В случае отказа одного из ветрогенераторов или солнечных панелей другие компоненты системы могут продолжать работать. Это повышает надёжность системы в целом и позволяет обеспечить более стабильное производство электроэнергии. Меньшие ветрогенераторы обычно более компактны и легче в установке и обслуживании. Они также могут быть размещены на разных высотах или местоположениях, что-

бы максимально использовать доступные ресурсы ветра. Ветро-солнечная система с несколькими меньшими ветрогенераторами может лучше адаптироваться к изменениям ветра и солнечной активности. Это может снизить риски перегрузки или недостатка энергии. При необходимости вы можете легко увеличить мощность системы, просто добавив дополнительные меньшие ветрогенераторы или солнечные панели [10-11].

Выводы

Для данного исследования был спроектирован прототип ветрогенератора, который предназначался для удовлетворения энергетических потребностей домов. Этот прототип прошёл тестирование в сочетании с солнечными панелями с целью проверки выходной мощности и общей эффективности системы.

Сравнение предлагаемой системы с уже существующей доказало, что новая система обладает множеством преимуществ перед существующей конфигурацией. Производительность ветрогенератора была улучшена в процессе его разработки. Кроме того, использование ветрогенератора совместно с солнечными панелями значительно улучшило его производительность.

Это позволяет сделать вывод о множестве преимуществ предлагаемой системы, по сравнению с текущими системами. Если такое решение будет масштабировано, оно сможет эффективно решить энергетический кризис в стране и удовлетворить растущий спрос на электроэнергию. Предлагаемая система является базовой моделью, которая может быть доработана для достижения конкретных целей и удовлетворения различных потребностей.

Размещение ветряных турбин на крыше

Количество вырабатываемого напряжения солнечной панели и ветряной турбины

Но-мер	Период времени	Напряжение, генерируемое солнечной панелью (В)	Напряжение, генерируемое ветрогенератором (В)	Общее генерируемое напряжение (В)
1	8:00-9:00	0.00	9.8	9.8
2	9:00-10:00	0.00	10.3	10.3
3	10:00-11:00	0.00	11.6	11.6
4	11:00-12:00	0.00	11.1	11.1
5	12:00-13:00	13.1	9.7	22.7
6	13:00-14:00	15.9	7.2	23.1
7	14:00-15:00	19.2	5.8	25
8	15:00-16:00	17.8	4.6	22.4
9	16:00-17:00	13.7	11.7	25.4
10	17:00-18:00	0.00	13.1	13.1

дома создаёт условия для более устойчивого ветра и сниженной турбулентности, что может привести к повышению производительности системы.

Улучшение всей системы возможно путем применения более совершенных и эффективных преобразователей, что позволит уменьшить потери при переключении. Также повышение эффективности солнечных панелей может быть достигнуто с помощью разнообразных систем отслеживания солнечной активности, установки панелей на больших высотах для увеличения сбора солнечного света, а также использования нескольких панелей и других методов.

Гибридные ветро-солнечные электростанции очень хорошо объясняют преимущества и различные аспекты таких систем. Использование ветра и солнца, которые находятся в противофазе, позволяет более эффективно управлять производством электроэнергии. Это снижает зависимость от одного источника и обеспечивает стабильное энергоснабжение. Гибридные системы могут быть адаптированы к разным мощностным требованиям. Это позволяет использовать их для малых домов, коттеджей и даже ма-

лых производственных объектов, что делает их универсальными и гибкими. Решение о мощности ветряной установки должно базироваться на скорости ветра в конкретной местности. Это важно для обеспечения эффективности и быстрой окупаемости инвестиций.

Использование гибридных ветро-солнечных электростанций также может быть эффективным решением для автономных объектов, особенно в отдаленных районах, где нет доступа к сетям электроснабжения и теплоснабжения. Эти системы представляют собой интегрированный и устойчивый способ генерации и хранения энергии при минимизации воздействия изменчивых погодных условий.

Дополнительные источники энергии, такие как дизельные генераторы, могут быть интегрированы для обеспечения надежности энергоснабжения в случае длительных периодов безветрия или пасмурной погоды. Более того, гибридные системы оптимально используют ветровую энергию зимой и солнечную энергию летом, обеспечивая стабильное энергоснабжение в течение всего года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang Jinggang, Gao Xiaoxia, «The Economic Analysis of Wind Solar Hybrid Power Generation System in Villa», International Conference on Energy and Environment Technology, 2019.
2. Dr Allabaksh Naikodi, «Solar-Wind Hybrid Power for Rural Indian Cell Sites», 978-1-4244-9380-7/10, 2020, IEEE.
3. Зеленская Е.А. Ветро-солнечные генераторы для электроснабжения объектов нефтегазовой отрасли / Зеленская Е.А., Гайтов Б.Х., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Кашин Я.М., Ладенко Н.В. // Газовая промышленность. – № 6 (707). – 2014. – С. 114-117.
4. Гайтова Т.Б. Математическое моделирование перспективных генераторных установок для систем автономного электроснабжения / Гайтова Т.Б., Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Кашин А.Я., Князев А.С. // Изв. вузов. Электромеханика. 2013. № 3. С. 16-23.
5. Гусева Ю.В., Кострюков С.А., Васильев А.П. Лабораторная модель ротора савониуса / Национальный исследовательский университет «МЭИ». М., 2022. С. 29-41.
6. Kamjoo, A. Multi-objective design under uncertainties of hybrid renewable energy system using NSGA-II and chance constrained programming / Maheri, A., Dizqah, A.M., Putrus, G.A. // International Journal of Electrical Power and Energy Systems 2016, 74, pp. 187-194.
7. Hands, S. Performance analysis & energy benefits of a desiccant based solar assisted trigeneration system in a building / Sethu Venkatraman, S., Peristy, M., Rowe, D., White, S. // Renewable Energy 2016, 85, pp. 865-879.
8. Prashant Baredar, V. K. Sethi, Mukesh Pandey, «Correlation analysis of small wind-solar-biomass hybrid energy system», installed at RGTU Bhopal, MP (India), Received: 16 September 2018 / Accepted: 18 February 2019 / Published online: 25 March 2019.
9. A.R. Prasad and E. Natarajan, «Optimization of Integrated Photovoltaic – Wind Power Generation Systems with Battery Storage», Energy, 31 (2016), 1943-1954.
10. S.C. Gupta, Dr.Y. Kumar and Dr. Gayatri Agnihotri, «Optimal Sizing Of Solar-Wind Hybrid System», IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences (ICTES

2017), Dec. 20-22, 2017, 282-287.

11. Aubrée, R. Design of an efficient small wind-energy conversion system with an adaptive senseless MPPT strategy / Auger, F., Macé, M., Loron, L. // Renewable Energy 2016, 86, pp. 280-291.

Гибриді жел-күн энергия кешенін дамыту

¹***АЛИЕВ Асхат Калимжанович**, докторант, askhataliyev13@gmail.com,

¹**ДЮСЕНОВ Канат Махметович**, т.ғ.к., доцент м.а., kdyussenov@yandex.ru,

²**СЕДНИН Алексей Владимирович**, т.ғ.к., доцент, alexeisdn@gmail.com,

³**БАЙМУХАМЕДОВ Малик Файзулович**, т.ғ.д., профессор, bmf45@mail.ru,

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Сәтпаев көшесі, 2, Астана, Қазақстан,

²Беларусь ұлттық техникалық университеті, Тәуелсіздік даңғылы, 65, Минск, Беларусь,

³З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық университеті, Қобыланды батыр даңғылы, 27, Қостанай, Қазақстан,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жыл сайын энергетикалық және экологиялық қауіпсіздік проблемасының өзектілігі артып келеді. Сондықтан энергетика саласында жаңартылатын энергия көздерін жетілдіру өте маңызды. Экономикалық тиімді және жел-күн қондырғыларының тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін оңтайлы технологиялық процестерді кешенді дамыту бүгінгі күннің маңызды мәселесі болып табылады. Мақалада жаңартылатын энергия көздерін пайдалануға қатысты мәселелер талқыланады. Жел мен күн энергиясын біріктіретін энергетикалық жүйе құрылды. Оның конструкциясына көлденең осьті жел турбинасы мен күн панельдері кіреді. Жел турбинасының қалақтары поливинилхлоридтен жасалған. Жоба жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, екі жаңа энергиямен жабдықтау жүйесін модельдеу ұсынады: күн және жел. Екі көзден өндірілген энергия заряд реттегішінің көмегімен біріктіріліп, содан кейін инверторға жіберілді. Алынған энергия тұрғын үйлерді электр қуатымен қамтамасыз етуге жұмсалды. Прототипте жарықтандыру, желдеткіштер және т.б. Сонымен қатар, жел турбинасы желдің төмен жылдамдығында жұмыс істей алады, бұл жүйенің жалпы тиімділігін арттырады. Бұл прототип біріктірілген жүйенің қуатын және жалпы тиімділігін тексеру үшін фотоэлектрлік панельдермен бірге сыналған. Ұсынылған және қазіргі жүйелерді салыстыру ұсынылған конфигурацияның көптеген артықшылықтарын растады. Жел турбинасының тиімділігі оны өндіру процесінде, әсіресе фотоэлектрлік панельдермен бірге пайдаланылғанда жақсарып, жалпы өнімділікті айтарлықтай арттырды.

Кілт сөздер: жаңартылатын энергия көздері, жылу энергетикасы, жел-күн электр станциясы, жел генераторы, күн панельдері, гибриді қондырғы, фотоэлектрлік модуль, резервтік қуат, прототип, жүйенің тиімділігі.

Development of a Hybrid Wind-solar Energy Complex

¹***ALIYEV Askhat**, Doctoral Student, askhataliyev13@gmail.com,

¹**DYUSENOV Kanat**, Cand. of Tech. Sci., Acting Assistant Professor, kdyussenov@yandex.ru,

²**SEDNIN Alexey**, Cand. of Tech. Sci., Docent, alexeisdn@gmail.com,

³**BAIMUKHAMEDOV Malik**, Dr. of Tech. Sci., Professor, bmf45@mail.ru,

¹NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Satpayev Street, 2, Astana, Kazakhstan,

²Belarusian National Technical University, Independence Avenue, 65, Minsk, Belarus,

³Kostanay Socio-Technical University named after Z. Aldamzhar, Koblandy Batyr Avenue, 27, Kostanay, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. The relevance of the problem of energy and environmental security is increasing every year. Therefore, in the energy sector, the improvement of renewable energy sources

is extremely important. The comprehensive development of optimal technological processes that are cost-effective and allow increasing the efficiency of wind-solar installations is an important problem today. The article discusses issues related to the use of renewable energy sources. An energy system has been created that combines wind and solar energy. Its design includes a horizontal axis wind turbine and solar panels. The blades of a wind turbine are made of polyvinyl chloride. The project presents modeling of two new energy supply systems using renewable energy sources: solar and wind. The energy produced by both sources was combined using a charge controller and then transferred to the inverter. The resulting energy was used to provide electricity to residential premises. The prototype demonstrates an evaluation of the effectiveness of a combined solar and wind system to provide essential home comfort needs such as lighting, fans, etc. In addition, the wind turbine is able to operate at lower wind speeds, which increases the overall efficiency of the system. This prototype was tested in combination with photovoltaic panels to verify the power output and overall efficiency of the integrated system. The comparison between the proposed and current systems confirmed many advantages of the proposed configuration. The efficiency of the wind turbine has been improved during its manufacturing process, especially when used in conjunction with photovoltaic panels, significantly increasing overall productivity.

Keywords: renewable energy sources, thermal power engineering, wind-solar power plant, wind generator, solar panels, hybrid installation, photovoltaic module, reserve power, prototype, system efficiency.

REFERENCES

1. Wang Jingtang, Gao Xiaoxia, «The Economic Analysis of Wind Solar Hybrid Power Generation System in Villa», International Conference on Energy and Environment Technology, 2019.
2. Dr Allabaksh Naikodi, «Solar-Wind Hybrid Power for Rural Indian Cell Sites», 978-1-4244-9380-7/10, 2020, IEEE.
3. Zelenskaya E.A. Wind-solar generators for power supply to oil and gas industry facilities / Zelenskaya E.A., Gaitov B.Kh., Kopelevich L.E., Samorodov A.V., Kashin Ya.M., Ladenko N.V. // Gas industry. – No. 6 (707). – 2014. – Pp. 114-117.
4. Gaitova T.B. Mathematical modeling of promising generator sets for autonomous power supply systems / Gaitova T.B., Kashin Ya.M., Kopelevich L.E., Kashin A.Ya., Knyazev A.S. // Izv. universities Electromechanics. 2013. No. 3. Pp. 16-23.
5. Guseva Yu.V., Kostryukov S.A., Vasiliev A.R. Laboratory model of a Savonius rotor / National Research University «MPEI». Moscow, 2022. Pp. 29-41.
6. Kamjoo, A. Multi-objective design under uncertainties of hybrid renewable energy system using NSGA-II and chance constrained programming / Maheri, A., Dizqah, A.M., Putrus, G.A. // International Journal of Electrical Power and Energy Systems 2016, 74, pp. 187-194.
7. Hands, S. Performance analysis & energy benefits of a desiccant based solar assisted trigeneration system in a building / Sethu Venkatraman, S., Peristy, M., Rowe, D., White, S. // Renewable Energy 2016, 85, pp. 865-879.
8. Prashant Baredar, V.K. Sethi, Mukesh Pandey, «Correlation analysis of small wind-solar-biomass hybrid energy system», installed at RGTU Bhopal, MP (India), Received: 16 September 2018 / Accepted: 18 February 2019 / Published online: 25 March 2019.
9. A.R. Prasad and E. Natarajan, «Optimization of Integrated Photovoltaic – Wind Power Generation Systems with Battery Storage», Energy, 31 (2016), 1943-1954.
10. S.C.Gupta, Dr.Y.Kumar and Dr.Gayatri Agnihotri, «Optimal Sizing Of Solar-Wind Hybrid System», IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences (ICTES 2017), Dec. 20-22, 2017, 282-287.
11. Aubrée, R. Design of an efficient small wind-energy conversion system with an adaptive sensorless MPPT strategy / Auger, F., Macé, M., Loron, L. // Renewable Energy 2016, 86, pp. 280-291.