

УДК 621.311.25: 69.032.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

Цопа¹ Н. В., Дикарев² А. Е.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение). Симферополь, ул. Киевская, 181, 295493
e-mail: ¹natasha-ts@yandex.ru, ²dikarevaleksandr0@gmail.com

Аннотация: в статье дан сравнительный анализ развития солнечной энергетики в мире в целом, в Европейском Союзе, в России и в Крыму; рассмотрены преимущества и недостатки использования солнечной энергетики, особенности применения возобновляемых источников энергоснабжения, обосновано применение солнечной энергетики в Крыму; описан механизм технико-экономического обоснования применения автономного электроснабжения для малоэтажных зданий в условиях Крыма.

Предмет исследования: применение солнечной энергии для автономного энергоснабжения малоэтажного дома в Крыму.

Материалы и методы: статья написана на основе изучения материалов научных статей, публикаций, электронных ресурсов; использованы методы – теоретический и структурно-функциональный.

Результаты: при рациональном подборе оборудования для автономного электроснабжения в соответствии с районом расположения здания, его площадью, расчетом потребности в электропотреблении вся система будет круглогодично без перебоев обеспечивать здание электроэнергией.

Выводы: на основе изучения отечественного и зарубежного опыта использования возобновляемых источников энергии и формирования алгоритма (модели) технико-экономического обоснования применения автономного электроснабжения рассмотрена возможность эксплуатации солнечных батарей при строительстве малоэтажных зданий в условиях Крыма.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, солнечные батареи, технико-экономическое обоснование, малоэтажные здания.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы энергоснабжения потребителей являются достаточно актуальными во всём мире, по причине увеличения общемировой численности населения. В поисках различных источников снабжения потребителей энергией, обращаются не только к традиционной энергетике, но и к возобновляемым источникам энергоснабжения. Здесь следует отметить, что традиционные источники энергоснабжения на данный момент активно влияют на окружающую среду, в большинстве случаев угрожая безопасности жизнедеятельности человека. Это является одной из причин все большего развития возобновляемой энергетики.

В настоящей статье изложены результаты исследования, целью которых является изучение особенностей применения возобновляемых источников энергоснабжения зданий и сооружений, с учетом отечественного и зарубежного опыта для дальнейшего обоснования возможностей применения автономного электроснабжения для малоэтажных зданий в условиях Крыма.

В работе решены следующие задачи:

- проведен сравнительный анализ развития солнечной энергетики в мире в целом, в Европейском Союзе, в России, в Крыму в частности;
- рассмотрены преимущества и недостатки использования солнечной энергетики;
- выявлены особенности применения возобновляемых источников энергоснабжения;
- обосновано применение солнечной энергетики в Крыму.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы применения традиционных и возобновляемых источников энергоснабжения нашли свое отражение в трудах отечественных ученых: А.Б. Алхасова, Д.С. Стребкова, О.В. Григораш, В.Н. Хазовой, В.Е. Фортова, Д.В. Дубинина, В.Е. Лаевского, Б.В. Лукутина, О.А. Суржиковой, Е.Б. Шандаровой [1-10].

В своих работах А.Б. Алхасов рассматривает современное состояние и перспективы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), их энергетические, экономические и экологические характеристики [1]. Вопросами развития солнечной энергетики в мире и в России, особенностей разработки технологий, материалов и конструкций солнечных элементов занимается в своих исследованиях Д.С. Стребков [2, 3]. О.В. Григораш обосновал и разработал систему комбинированного электроснабжения, выполненную с использованием возобновляемых источников энергии [4]. В.Е. Фортов, В.Н. Хазова выявляют закономерности функционирования сектора возобновляемой энергетики в мире, дают оценку и перспективы его развития в России [5, 6]. В своих работах Д.В. Дубинин, В.Е. Лаевский, на основе экспериментальных исследований, обосновали разработку и производство систем преобразования солнечной энергии в электричество как наиболее перспективное и активно развиваемое направление создания экологически чистых регенеративных источников энергии [7]. В исследованиях Б.В. Лукутина, О.А. Суржиковой, Е.Б. Шандаровой рассмотрены энергетические

характеристики основных видов природных возобновляемых источников энергии, способы их преобразования в электроэнергию и экономические аспекты использования возобновляемой энергетики в автономном электроснабжении [8]. Несмотря на большое количество исследований, посвященных проблемам и перспективами использования возобновляемых источников энергии, особенности и возможности их использования в условиях Крыма не достаточно изучены.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ С РЕЗУЛЬТАТАМИ И ИХ АНАЛИЗ

Одним из основных и развитых направлений является получение солнечной энергии, запасы которой практически неисчислимы, что делает ее идеальным источником для использования в жизнеобеспечении человека. Потенциал использования энергии Солнца крайне велик. На данный момент чистый прирост мощностей солнечной энергетики в мире составил 48% от общего прироста мощностей всех видов энергетики (данные на 2020 год) (рис. 1).

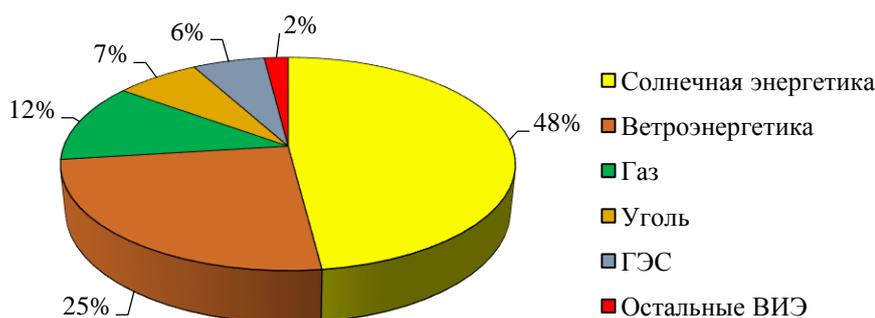


Рис. 1. Чистый прирост мощностей электроэнергетики в мире в 2020 году в процентном соотношении.
Fig. 1. Net increase in global electricity capacity in 2020, percent.

К концу 2019 года глобальная установленная мощность солнечной энергетики превысила 630 ГВт. Доля энергии солнца в выработке мировой электроэнергии составляет сегодня примерно 2,6%.

На рисунке 2 показана динамика увеличения установленной мощности солнечных электростанций в период с 2010 по 2018 года [3].

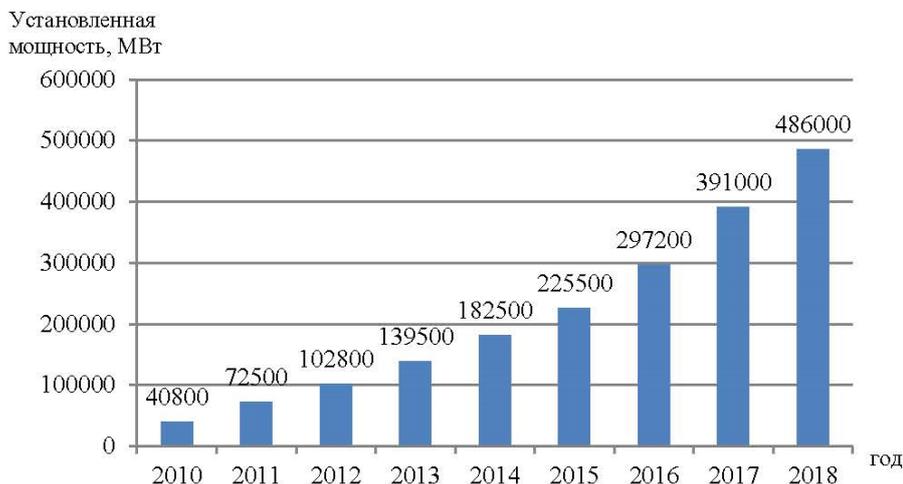


Рис. 2. Установленная мощность солнечных фотоэлектрических станций в мире с 2010 по 2018 гг.
Fig. 2. Installed capacity of solar photovoltaic stations in the world from 2010 to 2018 year.

Из анализа рисунка 2 видно, что в среднем через каждые 3 года установленная мощность увеличивается в 2 раза. При сохранении такой динамики возможно достижение значения в 1 млн МВт в перспективе 2021-2022 годов.

Согласно отчету аналитиков из организации International Renewable Energy Agency, более трети вырабатываемого электричества в мире поступает

из возобновляемых источников – это новый рекордный показатель. В период с 2018 по 2019 годы строительство новых мощностей возобновляемой энергии несколько замедлилось. Но так как разные страны построили меньше новой инфраструктуры для добычи ископаемого топлива, доля возобновляемых источников энергии в расширении энергетического потенциала возросла.

По данным аналитиков, 72% всех введенных в эксплуатацию в 2019 году источников энергии были возобновляемыми. Большая часть этого роста пришла на Азию – 54% прироста мощности возобновляемых источников энергии. При этом в США и Европе за этот период закрылось больше электростанций, работающих на ископаемом топливе, чем открылось [16].

В 2019-2024 гг. в мире будет введено 1200-1500 ГВт новых станций на возобновляемых источниках энергии, их мощность увеличится на 50-88%. По прогнозам Мирового энергетического агентства (МЭА) доля «зеленой» генерации в мировом производстве электроэнергии вырастет с 26 до 30%. Лидерами по вводу новых «зеленых» мощностей на сегодняшний день являются Китай и США (рис. 3-4).



Рис. 3. Плавающая солнечная электростанция мощностью 70 МВт.
Fig. 3. 70 MW floating solar power plant.

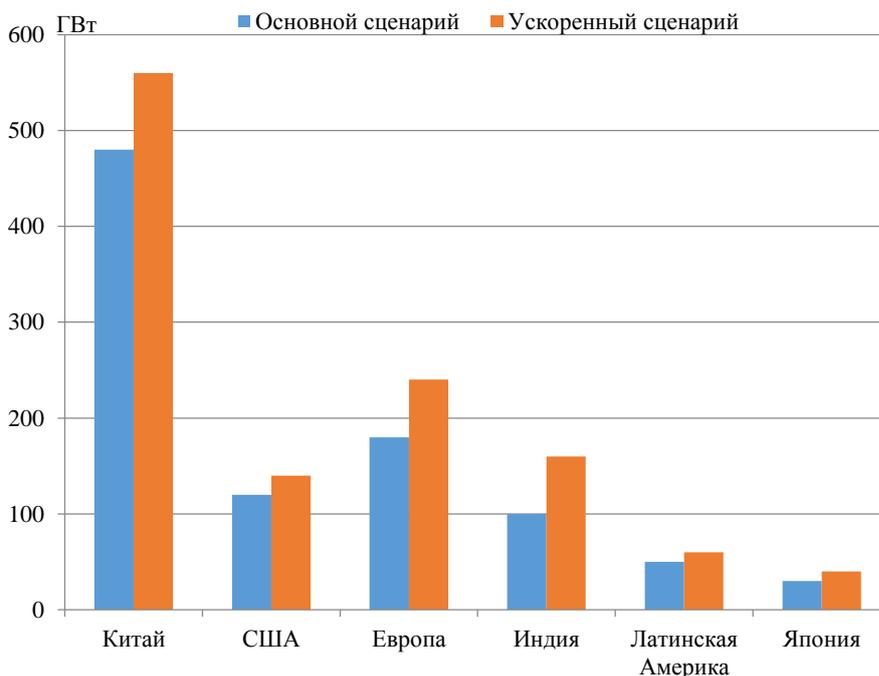


Рис. 4. Лидеры по вводу новых «зеленых» мощностей в 2019 году.
Fig. 4. Leaders on the introduction of new "green" capacities in 2019.

В Европейском Союзе ввод в эксплуатацию солнечных электростанций неуклонно возрастает. В 28 странах ЕС было введено в эксплуатацию 8 ГВт солнечных электростанций – это на 36% больше, чем в 2018 году. Более широкий еврорынок, включающий Турцию, Россию, Украину, Норвегию, Швейцарию, Сербию, Белоруссию, также показал рост на 11 ГВт, что на 20% больше, чем годом ранее.

Крупнейшим рынком солнечной энергетики на европейском континенте является Германия с новыми СЭС общей мощностью 3 ГВт. Турция за счет высоких темпов развития рынка за последние два года заняла второе место (1,64 ГВт). На третьем месте с 1,4 ГВт введенных в строй СЭС разместились Нидерланды.

На мировом уровне государства прорабатывают дальнейшие пути создания благоприятных условий

для популяризации использования возобновляемых источников потребления и увеличения эффективности потребления электроэнергии [3].

Однако, как выяснили ученые, ветряные, солнечные и гидроэнергетические установки могут представлять угрозу для важных районов биоразнообразия, в том числе природных заповедников, в которых могут располагаться энергетические объекты, инфраструктура вокруг них и соответственно активность человека (поселения, интенсивное землепользование) [11].

Переход от ископаемого топлива – нефти, угля, горючего сланца, природного газа, торфа, а также прочих горючих минералов и веществ, добываемых под землей или открытым способом – к возобновляемой энергии служит главным фактором для замедления хода нынешнего антропогенного изменения климата.

Однако, количество объектов «зеленой» энергии за последние 20 лет утроилось и подобные сооружения, в связи с малой, в сравнении с невозобновляемыми источниками энергии (нефть,

газ, уголь, атомная энергетика), средней плотностью мощности, требуют в десять раз большие территории, чтобы производить такое же количество энергии как электростанции, работающие на традиционном топливе [16].

К недостаткам солнечной энергетики относится так же высокая стоимость аккумулирования энергии, нестабильность её поступления, применение дорогостоящих и редких компонентов при изготовлении солнечных панелей. Несмотря на то, что по сравнению с производством и переработкой других видов энергоресурсов солнечная энергия более благоприятна к природной среде, некоторые технологические процессы производства солнечных панелей сопровождаются выбросом парниковых газов, трифторида азота и гексафторида серы.

Согласно анализу исследовательской компании Frost & Sullivan, были определены основные драйверы и ограничители развития мировой альтернативной энергетики.

Таблица 1. Драйверы и ограничители развития альтернативной энергетики
Table 1. Drivers and constraints on the development of alternative energy

<i>Драйверы</i>	<i>Ограничители</i>
Стратегический фокус на возобновляемую энергетику в ведущих экономических регионах (Северная Америка, Европа, Китай, Индия)	Недостаток инфраструктуры и энергосистем
Снижение цен на возобновляемые источники энергии	Снижение государственных стимулов
Рост экономики и повышение глобального спроса на электроэнергию	Конкуренция со стороны традиционных источников энергии, в связи с падением цен на них
Технологическое развитие, повышение эффективности технологий	Технологические ограничения, связанные с более низким коэффициентом утилизации мощности
Снижение цен на ключевое оборудование	
Устаревшая инфраструктура (например, угольные станции)	

По данным на 2018 год объем производства электроэнергии возобновляемыми источниками энергии в Российской Федерации составляет 980 МВт, что более чем на 130% больше, чем в 2017 году [5]. Прослеживается положительная динамика, но данные значения крайне малы в сравнении с топ-6 странами. Так, в сравнении с Великобританией, которая находится на 6 месте по производству электроэнергии от возобновляемых источников, объем производства Россией в 38 раз меньше (рис. 5).

Для России происходящая энергетическая трансформация является вызовом для диверсификации собственной энергетической

отрасли, в том числе за счет развития сектора возобновляемой энергетики. Несмотря на достаточную обеспеченность углеводородными источниками энергии, по пути трансформации развивают свою энергетику такие страны как Норвегия, Саудовская Аравия и другие энергообеспеченные страны.

Более 11 миллионов людей на территории страны находятся в зоне с децентрализованным электроснабжением, т.е. производство электроэнергии осуществляется за счет поставок топлива на данные территории, что является крайне затратным и может приводить к перебоям поступления электроэнергии [8].

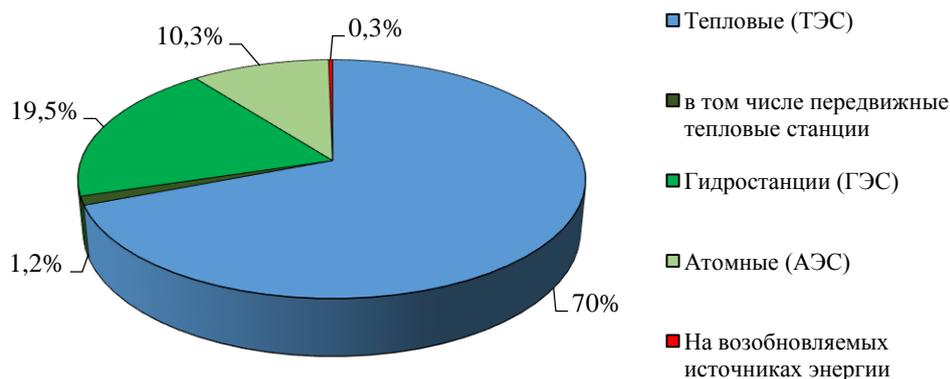


Рис. 5. Структура установленной мощности электростанций по типам принадлежности в России.
Fig. 5. The structure of the installed capacity of power plants by type of affiliation in the Russian Federation.

В наши дни большое количество потребителей электроэнергии, живут вдали от электростанций, что требует прокладки протяженных, а также трудновозводимых из-за рельефа или климатических условий линий электропередач, увеличение длины линий электропередач ведет к существенному увеличению потерь. Развитие возобновляемых источников энергии дает возможность, не используя существующую инфраструктуру, обеспечить жилые дома электричеством.

Цена на солнечную электроэнергию упала примерно в 30 раз в период с 1990 по 2019 год. Модули для производства солнечной электроэнергии, как правило, имеют гарантию на 25 лет и в течение этого времени, подвергаются лишь незначительной деградации, поэтому все, что необходимо для прогнозирования генерации энергии – это локальная инсоляция.

Республика Крым, относится к районам, где плотность солнечного излучения достаточна для применения солнечных теплоснабжающих

установок коллекторного типа, фотоэлектрических преобразователей и тепловых двигателей с гелиоконцентраторами. Это подтверждается данными метеонаблюдений за последние 20 лет. Продолжительность эффективного солнечного сияния в регионе – 2250-2480 ч в год, инсоляция на территории Крыма составляет в среднем 4,14 кВтч/м² в сутки, что является одним из самых высоких показателей в Российской Федерации. Такие показатели делают возможным развитие в Крыму солнечной энергетики [17; 18].

В Крыму наибольшее количество энергии солнечной радиации поступает на прибрежные территории в равнинной части, что связано с малой облачностью над этими районами, а наименьшее – на горные области, где количество облаков и атмосферных осадков возрастает (рис. 6). Крым является уникальным регионом, в котором 5% потребностей в электроэнергии покрывается за счёт солнечной энергии и ветра. Тогда как в целом по России на долю альтернативной энергетики сегодня приходится менее 1% генерации [18].

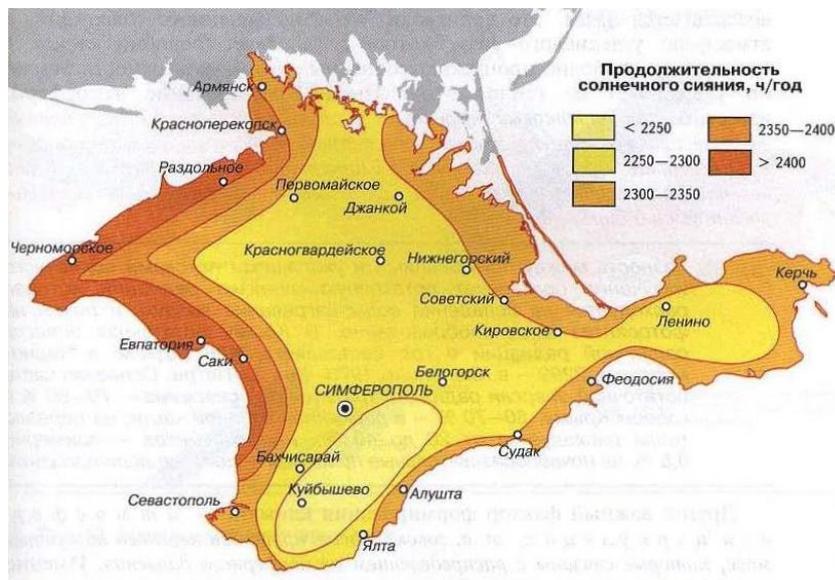


Рис. 6. Годовая продолжительность солнечного сияния в Крыму [12].
Fig. 6. Annual duration of sunshine in Crimea [12].



Рис. 7. Солнечная электростанция «Перово» в Крыму на 106 МВт (S=200га).
Fig. 7. Solar power station "Perovo" in Crimea for 106 MW (S = 200 hectares)

В условиях нестабильности энергетической системы Крыма и благодаря природным факторам в регионе широко используется возможность получения энергии с помощью ВИЭ (солнечная энергетика, ветроэнергетика), а также внедрения гибридных электростанций, которые способны дополнительно подсоединяться к обычной электросети и использовать ее ресурсы, если энергии Солнца недостаточно [12, 13]. Эта система может работать и наоборот – подключать солнечные батареи при отключении центральной энергии. Такие многофункциональные устройства используются, когда к сети подключено много потребителей, и панелей не хватает при пиковой нагрузке. Устанавливаются они в общественных местах, ресторанах, отелях, пансионатах Крыма. Для малоэтажного строительства в Крыму как альтернативный вид энергообеспечения может быть рассмотрен вариант применения солнечных батарей. У такого способа энергоснабжения много достоинств: полная безопасность эксплуатации батарей; экономичность; экологическая чистота; тишина по сравнению с генераторами внутреннего сгорания и ВЭС; высокая эффективность (рис. 8).



Рис. 8. Солнечные батареи для малоэтажного дома.
Fig. 8. Solar panels for a low-rise building.

Малая площадь установки, следовательно, отсутствие необходимости в поиске больших свободных площадей для установки системы

является еще одним значительным достоинством. Солнечные панели можно разместить на любой свободной незадействованной площади, как, например, крыши или стены. Сравнительно высокая стоимость солнечных панелей делает возможным их применение лишь в том случае, когда расход электроэнергии максимально оптимизирован, что означает необходимость наличия наиболее современной энергосберегающей техники, светодиодного освещения, датчиков движения и прочих приборов, однако с другой стороны использование современных технологий делает жизнь комфортнее [15].

ВЫВОДЫ

Для снабжения дома электроэнергией предлагается использовать установки с фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) второго поколения. Суть технологии изготовления тонкопленочных ФЭП заключается в нанесении слоев вакуумным методом. Данная технология является менее энергозатратной, в сравнении с технологией изготовления ФЭП первого поколения. Различают следующие виды ФЭП второго поколения: на основе аморфного кремния; на основе микрокремния и нанокремния; технология использования кремния и стекла; на основе теллурида кадмия. Преимуществом является возможность выпуска гнущихся и дешевых преобразователей большой площади. Недостатком является более низкий КПД, в сравнении с ФЭП первого поколения [7].

Для технико-экономического обоснования применения автономного электроснабжения необходимо произвести расчеты, на основании которых будут выбраны:

- оптимальное количество солнечных панелей для электроснабжения здания;
- контроллер заряда, правильный выбор которого исключает его перезаряд, ведущий к более раннему выходу из строя;
- инвертор, преобразующий постоянный ток от солнечных панелей в переменный, который

необходим для электроснабжения здания;

– аккумулятор, обеспечивающий запасание избыточной энергии, вырабатываемой в дневное время, которая отдается в ночные часы, когда солнечная активность отсутствует;

– дизельный генератор, который работает в часы, когда электроэнергии, полученной от солнца недостаточно для бесперебойного электроснабжения.

В расчет необходимо также включить затраты на вспомогательное оборудование и профессиональную установку элементов системы автономного электроснабжения. Требуется также предусмотреть места расстановки оборудования в подвале и расположения солнечных панелей на кровле здания.

При рациональном подборе оборудования для автономного электроснабжения в соответствии с районом расположения здания, его площадью, расчетом потребности в электропотреблении вся система будет круглогодично без перебоев обеспечивать здание электроэнергией.

В случае самостоятельного потребления солнечной энергии время окупаемости рассчитывается исходя из того, сколько электроэнергии произведено взамен покупки сетевой энергии. Запас электроэнергии можно увеличить с помощью батарей или контролируемого потребления. Батареи, однако, стоят дорого, и для достижения рентабельности от них могут потребоваться другие преимущества. Например, резервуары для горячей воды с электрическим подогревом с тепловыми насосами или резистивными нагревателями могут обеспечить выгодные условия хранения солнечной энергии для собственного потребления.

К концу 2019 года глобальная установленная мощность солнечной энергетики в мире превысила 630 ГВт. К 2020 году чистый прирост мощностей солнечной энергетики в мире составил 48% от общего прироста мощностей всех видов энергетики. Переход к возобновляемой энергетике во многом зависит от совершенствования законодательной базы и предоставления льгот для производителей энергии данного типа [16].

В России также идет постоянное увеличение объема выработки энергии от возобновляемых источников, но все еще находится на крайне низком уровне в сравнении с ведущими в этом направлении странами. Принята стратегия развития до 2030 года, которая должна способствовать увеличению доли возобновляемой энергетики в энергетическом балансе страны.

Основные преимущества солнечной энергетики состоят в возможности обеспечения децентрализованного электроснабжения и негативного воздействия на окружающую среду. Крым, с высокими показателями солнечного излучения, является перспективным регионом для дальнейшего развития солнечной энергетики, однако необходимо более совершенное законодательство, позволяющее дать возможность

производителям солнечной энергии работать с прибылью. Отсутствие «зеленых тарифов» ведет к увеличению срока окупаемости СЭС в Крыму и нецелесообразности инвестиций в эту отрасль [13].

На основе изучения отечественного и зарубежного опыта использования возобновляемых источников энергии и формирования алгоритма (модели) технико-экономического обоснования применения автономного электроснабжения рассмотрена возможность эксплуатации солнечных батарей при строительстве малоэтажных зданий в условиях Крыма. Технология имеет ряд преимуществ. Основным достоинством является неисчерпаемость источника энергии, простота монтажа и использования, минимальные площади для установки, отсутствие движущихся элементов, а, следовательно, шума и вибрации. Требуется только периодическая очистка поверхности от пыли и грязи. Скорость износа крайне низкая, поэтому солнечная электростанция способна работать десятилетиями без ремонта, однако ее установка требует серьезных денежных вложений, оптимизации расхода электричества и использования современной энергосберегающей техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возобновляемая энергетика: [монография] / А.Б. Алхасов; под ред. В. Е. Фортова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Физматлит, 2012. 255 с.
2. Стребков Д.С. Инновационные энергетические технологии. // Точка опоры. Электрон. журн. 2010. №11. С. 26-29. Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/420020> (дата обращения 14.10.20)
3. Основы солнечной энергетики = Fundamentals of solar power engineering / Д.С. Стребков; под ред. П. П. Безруких; Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) [и др.]. М.: ФНАЦ ВИМ, 2019. 323 с.
4. Григораш О.В., Богатырев Н.И., Курзин Н.Н. Системы автономного электроснабжения. Краснодар: Б/И, 2001. 335 с.
5. Хазова В.Н. Особенности развития энергии возобновляемых источников на российском энергетическом рынке // Теоретическая и прикладная экономика. 2019. № 2. С. 24-36.
6. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 167 с.
7. Дубинин Д.В., Лаевский В.Е. Энергетическая эффективность работы солнечных батарей в реальных режимах эксплуатации // Известия ТПУ, 2015. – Т.326. №3. С. 58-62.
8. Лукутин Б.В., Суржикова О.В., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. М.: Энергоатомиздат, 2008. 231 с.
9. Цопа Н.В. Особенности управления энергосбережением в инвестиционно-строительном

комплексе // Строительство и техногенная безопасность. 2016. № 2 (54). С. 54-59.

10. Цопа Н.В., Стрэнато А.Д. Технологии энергосбережения в строительном комплексе // VIII Международная научно-практическая конференция «Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики»: материалы. Томск: Изд-во ТГАСУ, 2018. С. 265-267.

11. Jose A. Rehbein, James E. M. Watson, Joe L. Lane Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas // Global Change biology. 2020. Issue 5. p. 26.

12. Значение солнечной инсоляции в г. Симферополь (Республика Крым). Режим доступа: <https://www.betaenergy.ru/insolation/simferopol/> (дата обращения 14.10.2020)

13. Ромашов А. Концепция развития инженерных инфраструктур на территории Республики Крым. Режим доступа: <https://itpgrad.ru/node/2196> (дата обращения 14.10.2020)

14. Zaytsev O.N., Tsopa, N.V., Stepancova, N.A. Processes of Precession and Nutation in Swirling Interacting Gas Jets // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 463(3), 032053.

15. Ярославцев Е.А. Особенности использования солнечных батарей // Студенческий электрон. научн. журн. 2019. № 16(60). Режим доступа: <https://sibac.info/journal/student/60/138623> ((дата обращения 14.10.2020).

16. Развитие солнечных технологий в мире // Дирекция по экономике отраслей ТЭК. Информационная справка. Режим доступа: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/896.pdf> (дата обращения 14.10.2020)

17. Солнечная радиация в Крыму. Режим доступа: http://www.crimea.ru/item_info_big.htm?id=1168. (дата обращения 14.10.2020)

18. Что влияет на климат Крыма. Режим доступа: <http://adminland.ru/crimea/books/climat/part01.htm>. (дата обращения 14.10.2020)

REFERENCES

1. Renewable energy: [monograph] / A.B. Alkhasov; ed. V. E. Fortova. - Ed. 2nd, rev. and add. M.: Fizmatlit, 2012. 255 p.

2. Strebkov D.S. Innovative energy technologies // Pivot point. Electronic resource. 2010. № 11. P. 26-29. Access mode: <https://rucont.ru/efd/420020>. (date of the application 14.10.20)

3. Fundamentals of solar power engineering / D.S. Strebkov; edited by P. P. Bezrukikh; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) [and others]. M.: FNATS VIM, 2019. 323 p.

4. Grigorash O.V., Bogatyrev N.I., Kurzin N.N. Autonomous power supply systems. Krasnodar: B / I, 2001. 335 p.

5. Khazova V.N. Features of the development of renewable energy sources in the Russian energy market. // Theoretical and Applied Economics. 2019. №2. P. 24-36.

6. Fortov V.E., Popel O.S. Energy in the modern world. Dolgoprudny: Intellect, 2011. 167 p.

7. Dubinin D.V., Laevsky V.E. Energy efficiency of solar batteries in real operating modes. // Izvestia TPU, 2015. T.326. № 3. P. 58-62.

8. Lukutin B.V., Surzhikova O.V., Shandarova E.B. Renewable energy in decentralized power supply. M.: Energoatomizdat, 2008. 231 p.

9. Tsopa N.V. Features of energy saving management in the investment and construction complex // Construction and industrial safety. 2016. №2 (54). P. 54-59.

10. Tsopa N.V., Strenado A.D. Energy saving technologies in the building complex // Investments, construction, real estate as a material basis for modernization and innovative development of the economy. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Tomsk: TSUACE, 2018. P. 265-267.

11. Jose A. Rehbein, James E. M. Watson, Joe L. Lane Renewable energy development threatening many globally important biodiversity areas // Global Change biology. 2020. Issue 5. p. 26.

12. The value of solar insolation in Simferopol (Republic of Crimea) // [Electronic resource] URL: <https://www.betaenergy.ru/insolation/Simferopol/>

13. Romashov A. The concept of development of engineering infrastructures in the territory of the Republic of Crimea / A. Romashov // [Electronic resource] URL: <https://itpgrad.ru/node/2196>

14. Zaytsev, O.N. Processes of Precession and Nutation in Swirling Interacting Gas Jets / Zaytsev, O.N., Tsopa, N.V., Stepancova, N.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 463(3), 032053.

15. Yaroslavtsev E.A. Features of using solar batteries // Student: electron. scientific. zhurn. 2019. №16 (60). URL: <https://sibac.info/journal/student/60/138623> (date of the application 14.10.20)

16. Development of solar technologies in the world // Directorate for the economy of the fuel and energy sector. Information note. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/896.pdf> (date of the application 14.10.20)

17. Solar radiation in Crimea // URL: http://www.crimea.ru/item_info_big.htm?id=1168. (date of the application 14.10.20)

18. What affects the climate of Crimea // URL: <http://adminland.ru/crimea/books/climat/part01.htm>. (date of the application 14.10.20)

PROSPECTS FOR RENEWABLE ENERGY FOR LOW-RISE BUILDINGS IN CRIMEA

Tsopa N.V.¹, Dikarev A.E.²

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of Construction and Architecture (Academic Unit),
Simferopol, st. Kievskaya, 181, 295493

e-mail: ¹natasha-ts@yandex.ru, ²dikarevaleksandr@gmail.com

Abstract. In the article provides a comparative analysis of the development of solar energy in the world, in the European Union, in Russia and in Crimea; the advantages and disadvantages of the use of solar energy, the features of the use of renewable energy sources are considered, the use of solar energy in the Crimea is justified; describes the mechanism of a feasibility study for the use of autonomous power supply for low-rise buildings in Crimea.

Subject of research: the use of solar energy for autonomous power supply of a low-rise building in Crimea.

Materials and methods: the article was written on the basis of studying the materials of scientific articles, publications, electronic resources; the methods used are theoretical and structural-functional.

Results: with a rational selection of equipment for autonomous power supply in accordance with the area where the building is located, its area, and calculating the need for power consumption, the entire system will provide the building with electricity throughout the year without interruption.

Conclusions: based on the study of domestic and foreign experience in the use of renewable energy sources and the formation of an algorithm (model) of a feasibility study for the use of autonomous power supply, the possibility of using solar panels in the construction of low-rise buildings in the Crimea was considered.

Key words: renewable energy sources, solar energy, solar panels, feasibility study, low-rise buildings.