

УДК 620.91

**ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ И В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
SOLAR ENERGY ABROAD AND IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

М.Н. Булин, А.В. Борщевский, Д.Д. Тарасевич
Научный руководитель – Е.М. Гецман, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
myshk-ekaterina@yandex.ru

M. Bulin, A. Borshchevsky, D. Tarasevich
Supervisor – E. Getsman, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данной работе проводится анализ перспектив развития мирового состояния солнечной энергетики. Рассмотрена тенденция роста мощностей генерации на основе солнечной энергии в Республике Беларусь.*

***Abstract:** This article analyzes the prospects for the development of the global state of solar energy. The trend of solar-based generation capacities in the Republic of Belarus is considered.*

***Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии (ВИЭ), солнечная энергия, мощность, фотоэлектрические системы, солнечная панель, возобновляемая энергетика.*

***Key words:** renewable energy sources (RES), solar energy, power, photovoltaic systems, solar panel, renewable energy.*

Введение

В последние несколько лет на мировых энергетических конференциях и форумах активно рассматриваются вопросы так называемой «Эпохи 3D» (Decarbonization, Decentralization, Digitalization), одним из трех наиболее актуальных отраслевых вызовов, которой является декарбонизация. Данное направление предусматривает постепенный отказ от традиционных источников энергии и переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). По состоянию на 2019 г. 73 % всей потребляемой человечеством энергии приходится на долю ископаемого органического топлива. Однако, за последние 20 лет ВИЭ значительно укрепили свои позиции в качестве альтернативного источника электроэнергии.

Основная часть

К концу 2019 г. доля ВИЭ (на рисунке 1 представлены темпы развития наиболее перспективных на сегодняшний день ВИЭ) [1], в том числе гидроэнергии, в мировом мирном энергетическом балансе увеличилась на 1,1 процентный пункт, дойдя до 27 %. Такой рост в основном обусловлен введением в эксплуатацию новых ветровых (ВЭС) и солнечных электростанций (СЭС). Доля гидроэнергии в мировом энергетическом балансе в последние несколько лет изменяется незначительно, оставаясь на уровне приблизительно 15 %.



Рисунок 1 – Динамика развития некоторых видов ВИЭ, основанная на генерации

Постепенное снижение стоимости технологий в ветровой и солнечной энергетике, а также амбициозные программы по борьбе с изменениями климата в ЕС, США, Китае, Индии, Японии и Австралии способствовали увеличению генерирующих мощностей и выработке электроэнергии благодаря ВИЭ. Ожидается, что сокращение расходов и твердая поддержка со стороны политиков, будут способствовать устойчивому росту ВИЭ после 2022 г. Несмотря на проблемы, возникающие в связи с «кризисом» Covid-19, темпы развития и внедрения ВИЭ не изменились: солнечные фотоэлектрические (от англ. Photovoltaic (PV)) батареи и наземный ветер уже сегодня являются самыми дешевыми способами получения электроэнергии в большинстве стран.

В странах, имеющих подходящие природные условия, а также упрощенное финансирование и продуманную законодательную базу в сфере использования ВИЭ, ветровые и солнечные фотоэлектрические установки уже конкурируют с электрическими станциями на ископаемом топливе. В целом, ВИЭ по прогнозам должны обеспечить 95 % чистого прироста мировых энергетических мощностей к 2025 г.

Особое внимание уделим солнечной энергии, которая является, по сути, абсолютно бесплатной в виду ее перспективности и наиболее активного исследования. Начиная с 2005 г. доля солнечной энергетики в общем составе ВИЭ увеличилась в 83 раза (с 0,1 % до 8,3 % в 2018 г.), ветровой – почти в 6 раз (с 3,1 до 18,3 %) за аналогичный период. Динамику изменения установленной мощности солнечной энергетики для 2014 и 2020 гг. представим на рисунке 2.

Для преобразования энергии солнца в электрическую используются как солнечные фотоэлектрические, так и концентрирующие (от англ. Concentrated Solar Power (CSP)) технологии преобразования. Технология PV может использовать как прямой, так и рассеянный солнечный свет для получения электроэнергии, в то время как CSP полагается на прямой солнечный свет, несколько ограничивая его развертывание в районах с высокой прямой

нормальной облученностью (от англ. Direct Normal Irradiation (DNI)). Совокупная генерация солнечных PV-установок достигла отметки в 578 гигаватт (ГВт) в конце 2019 г., в то время как CSP оставалось на уровне в 6 ГВт.

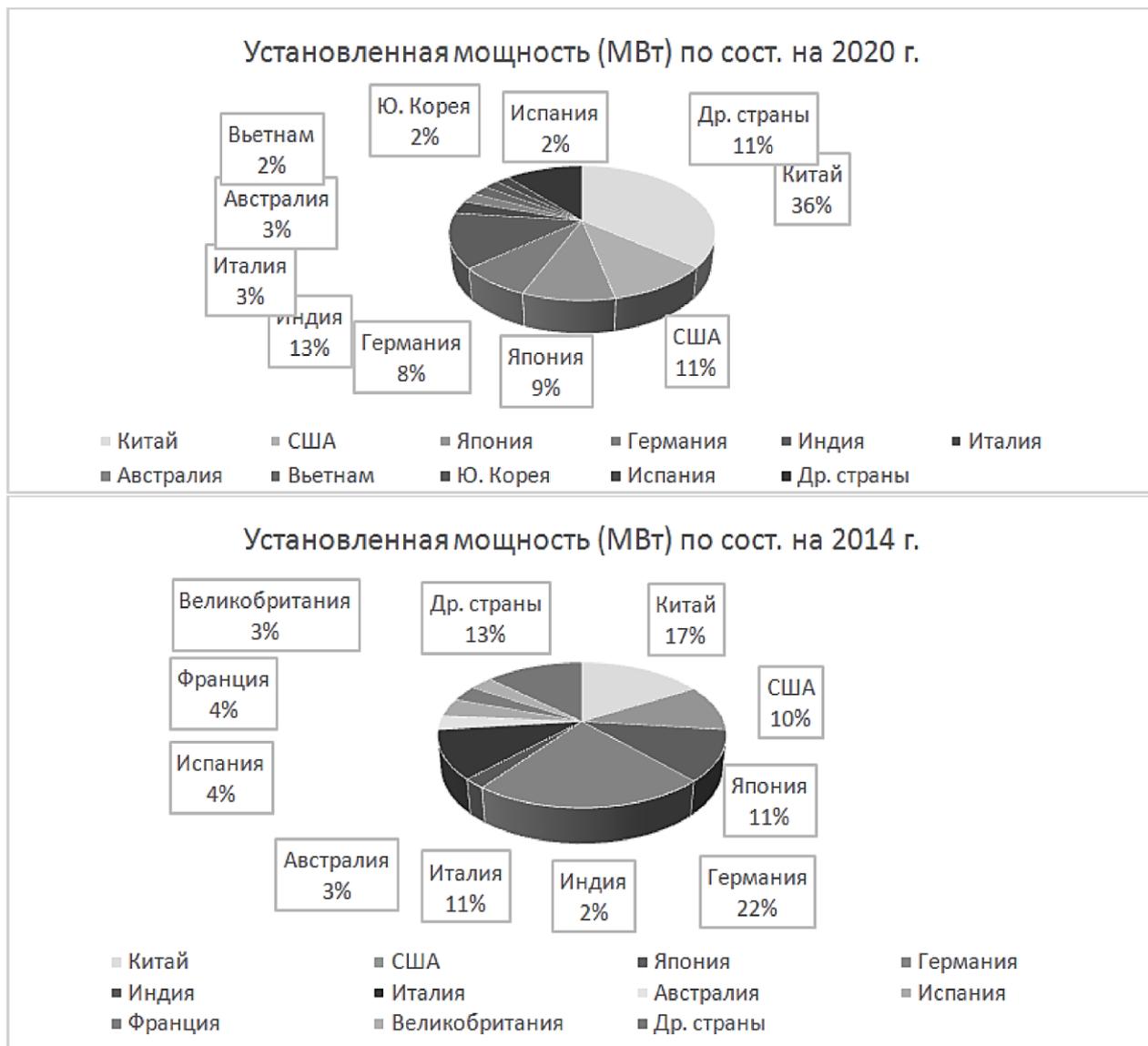


Рисунок 2 – Динамика изменения установленной мощности солнечной энергетики для некоторых стран

Активное внедрение солнечных фотоэлектрических систем, в сочетании с высокими темпами исследования и развития технологии привело к резкому снижению затрат на производство за последние 10 лет. Согласно полученным данным, за период с 2010 по 2019 гг. при каждом удвоении совокупной установленной мощности фотоэлектрических систем их средневзвешенная себестоимость производства – LCOE (от англ. Levelised Cost of Energy) снижалась на 36 %. Цены на фотоэлектрические модули из кристаллического кремния снизились более чем на 90 % с 2010 г.

В период с 2010 по 2019 гг. резкое падение цен на солнечные фотоэлектрические модули, наряду с продолжающимся снижением балансовых

затрат системы (затраты на все компоненты фотоэлектрической системы: проводку, переключатели, солнечные инверторы, аккумуляторные батареи и т. п.) и увеличением коэффициентов мощности привело к тому, что глобальный средневзвешенный LCOE введенных в эксплуатацию солнечных фотоэлектрических модулей упал на 82 %, и составил 0,068 доллара США/кВт·ч в 2019 г. Таким образом, около 40 % фотоэлектрических модулей, установленных в 2019 г. (за исключением финансируемых за счет государственных владельцев), по себестоимости были ниже, чем любая станция, работающая на ископаемом топливе [2].

Вдобавок к постепенно снижающейся стоимости фотоэлектрических модулей можно отнести сравнительную экологичность за счет отсутствия выбросов парниковых газов; изобилие первичного энергоносителя; удобство для интеллектуальных энергетических сетей с распределенной генерацией; намного более низкие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание по сравнению с остальными видами возобновляемой энергетики; меньшая вероятность выхода из строя, поскольку в солнечных панелях отсутствуют механически движущиеся части (за исключением модулей на поворотных механизмах).

При всём вышперечисленном необходимо понимать то, что солнечная энергия, как и любые ВИЭ, имеет проблемы с постоянством генерации, влияние на которое оказывают многочисленные факторы, к примеру, погодные условия: солнечные панели требуют установки инверторов для преобразования постоянного тока в переменный; необходимость установки аккумуляторных батарей, увеличивающих общую стоимость модуля; необходимость долгосрочной аренды или выкупа обширной территории для установки солнечных электростанций (СЭС). Коэффициенты полезного действия солнечных панелей относительно низки (от 14 % до 25 %) по сравнению с уровнями эффективности других систем возобновляемой энергетики. Несмотря на то, что фотоэлектрические панели не требуют значительных затрат на техническое обслуживание или эксплуатацию, они хрупки и могут быть относительно легко повреждены, что требует дополнительных затрат на страхование.

На сегодняшний день солнечные фотоэлектрические панели являются одной из основных систем возобновляемой энергетики, продвигаемых за счет государственных субсидий (льготное кредитование, налоговые преференции и т. д.). Таким образом, финансовые стимулы для фотоэлектрических панелей делают СЭС привлекательной инвестиционной альтернативой традиционным источникам. Но следует понимать, что для осуществления таких проектов в рассматриваемой стране должна существовать внушительная законодательная база по поддержке ВИЭ.

В Республике Беларусь регулирование отрасли ВИЭ ведется по следующим нормативным актам:

– Закон Республики Беларусь от 27.12.2010 №204-З «О возобновляемых источниках энергии»

– Указ Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 г. № 357 «О возобновляемых источниках энергии»;

– Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.08.2015 № 662 «Об установлении, распределении, высвобождении и изъятии квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии»;

– Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, произведенную из возобновляемых источников энергии»;

– Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 № 1394 «Об утверждении Правил электроснабжения».

Постепенно по мере роста количества и установленной мощности энергоустановок с использованием ВИЭ изменяются меры по их стимулированию и дорабатываются правовые акты. С 2015 г. начали снижаться коэффициенты и выделяемые квоты, ограничиваться использование бывшего в употреблении оборудования. Стимулирующие меры были призваны дать толчок развитию ВИЭ, а в данный момент корректируются в сторону снижения. Дальнейшее изменение подхода к поддерживающим мерам связано также и с тем, что в общую энергосистему Беларуси вводится Белорусская атомная электрическая станция, и вопрос регулирования баланса генерации-потребления выходит на первый план. В отдельные периоды режим работы энергоисточников на базе ВИЭ находится в противофазе с потребностью энергосистемы в электрической энергии. Наличие большого объема такой генерации повысит финансовые издержки Белорусской энергосистемы по компенсации почасовых отклонений сальдо перетоков электрической энергии от согласованных значений. При этом, при отклонении в сторону экспорта электроэнергии оплата за данную электроэнергию в периоды времени будет осуществлена по цене ниже себестоимости ее производства на энергоисточниках Республики.

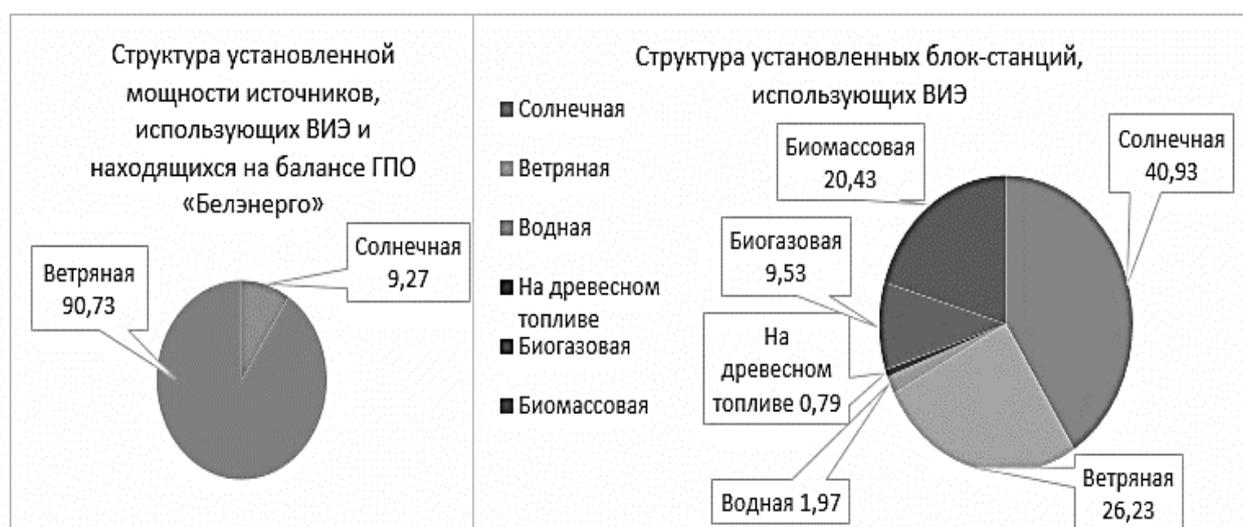


Рисунок 2 – Структуры установленной мощности энергоисточников, использующих ВИЭ

В последние несколько лет идет постепенный рост количества энергоисточников, использующих в качестве топлива ВИЭ, в связи с разработанными мерами по стимуляции развития возобновляемой энергетики. Далее приведем структуру установленной мощности энергоисточников, использующих ВИЭ и находящихся на балансе ГПО «Белэнерго» по состоянию на 01.01.2021 г., а также для сравнения структуру установленной мощности для блок-станций, использующих ВИЭ, на тот же период.

Несмотря на то, что на балансе ГПО «Белэнерго» СЭС не числятся, они занимают лидирующие позиции по установленной мощности блок-станций, использующих ВИЭ в качестве источника энергии, опережая на 36 % ветряные установки. Общая установленная мощность 338 блок-станций на территории страны на 01.01.2021 г. составляла 1176,68 МВт, из которых порядка половины (166 станций – 785,119 МВт) работают на невозобновляемых источниках энергии. 172 станции или 391,569 МВт – на ВИЭ. На солнце приходится 70 станций с общей установленной мощностью в 160 МВт, на ветер 41 шт. и 102,562 МВт, соответственно.

Самая большая в Беларуси СЭС мощностью 55,2 МВт находится вблизи Речицы. Станция принадлежит ПО "Белоруснефть", занимает 115 гектар(га) и включает в себя почти 218 тыс. солнечных панелей и используется для собственных нужд. До этого крупнейшей СЭС считался комплекс Солар II, возведенный в д.Соболи недалеко от Брагина, где на площади в 40 гектар размещено 90 тыс. панелей. Номинальная мощность достигает 18,48 МВт, а сама СЭС находится на частном балансе. Общие инвестиции в проект составили 24 млн. евро, работы осуществлялись за счёт компании А1 и ОАО «Брагинагросервис». Всего на 2021 г. Насчитывается 112 мелких и крупных СЭС, ещё 11 находятся различной стадии планирования/реализации. Среди более мелких СЭС преобладают установки собственного потребления частных производств различных форм собственности (ООО, ОАО, РУП, ЗАО, ИП и т.д.)

Заключение

При исследовании текущего статуса традиционного топливно-экономического комплекса (ТЭК) и всех без исключения сегментов ВИЭ, прослеживается очевидная тенденция снижения объемов ввода новой генерации на ископаемом топливе на фоне растущих генерирующих мощностей на основе ВИЭ. Дефицит запасов углеводородного сырья, приводящий к увеличению своей стоимости и снижению себестоимости СЭС за счет повышения эффективности солнечных фотоэлектрических модулей закладывают фундамент для сохранения вышеупомянутой тенденции.

Таким образом, солнечная энергетика является весьма перспективным и многообещающим источником относительно дешевой энергии, однако в данный момент влияние на выбор технологии ВИЭ оказывает весьма значительное количество разносторонних факторов, начиная от типа местности и природных условий, графиков нагрузки и баланса системы до социально-политической обстановки и наличия законодательной базы по поддержке ВИЭ.

При выборе конкретной технологии ВИЭ необходимо учитывать все аспекты и производить массивный анализ и сравнение по приведенным затратам.

Литература

1. Trends in Renewable Energy [Электронный ресурс] // IRENA, International Renewable Energy Agency. – 2018. – Режим доступа: <https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no>. – Дата доступа: 18.03.2021.
2. Solar Power [Электронный ресурс] // IRENA, International Renewable Energy Agency. – 2019. – <https://www.irena.org/costs/Power-Generation-Costs/Solar-Power> – Дата доступа: 20.03.2021.