

УДК 620.9

**СОСТОЯНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ И РОССИИ:
ЛИДЕРЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
СОЛНЦА, ВЕТРА И ВОДЫ****Ширяев Александр Дмитриевич**

Магистрант 1 курса кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.
E-mail: a.d.shiryayev@rambler.ru

Морозов Григорий Алексеевич

Ассистент кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.
E-mail: progsees@yandex.ru

Аннотация

Мировое энергетическое сообщество постепенно осуществляет переход на «зеленую» энергетику для достижения углеродной нейтральности. Особенно в последнее десятилетие заметно ускорение трансформации энергетики как в отдельных странах, в особенности в Китае, США и Германии, так и в масштабах планеты. В данной статье произведен анализ состояния трех наиболее распространенных направлений возобновляемой энергетики, а именно солнечной, ветряной и гидроэнергетики, выявлены страны лидеры по использованию приведенных источников энергии и оценен рынок ВИЭ РФ.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, страны лидеры по применению ВИЭ, солнечная энергетика, гидроэнергетика, ветряная энергетика.

**THE STATE OF RENEWABLE ENERGY IN THE WORLD AND RUSSIA:
LEADERS IN USING THE ENERGY POTENTIAL OF THE SUN, WIND AND
WATER****Alexander D. Shiryayev**

1st year master's student of the Department of Thermal Power Plants and Heat Engines of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh str., 4.
E-mail: a.d.shiryayev@rambler.ru

Grigory A. Morozov

Assistant of the Department of Heat Power Plants and Heat Engines of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh str., 4.

E-mail: progsees@yandex.ru

ABSTRACT

The global energy community is gradually making the transition to "green" energy to achieve carbon neutrality. Especially in the last decade, the acceleration of energy transformation has been noticeable both in individual countries, especially in China, the USA and Germany, and on a global scale. This article analyzes the state of the three most common areas of renewable energy, namely solar, wind and hydropower, identifies the leading countries in the use of these energy sources and evaluates the RES market of the Russian Federation.

Keywords: renewable energy sources, leading countries in the use of renewable energy sources, solar energy, hydropower, wind energy.

В современном, динамично меняющемся обществе альтернативные источники энергии вызывают интерес у все большего количества людей. Этот интерес является вполне обоснованным, рост численности населения, широкое применение электроники во всех сферах жизнедеятельности, всё это приводит к увеличению энергопотребления, и проблемы энергетики и экологии становятся все явнее. Изменение климата и глобальное потепление может привести к серьезным проблемам мирового масштаба: ухудшение здоровья людей, повышение уровня моря, наводнения, засухи и пожары, снижение биоразнообразия, таяние льдов. Одной из основных причин изменения климата является сжигание ископаемого топлива. Главными источниками выбросов являются такие сферы, как энергетика, промышленность, сельское хозяйство и транспорт. Поэтому вопросы, связанные с уменьшением загрязнения атмосферы, являются актуальными. В качестве одного из решений проблем предлагается переход от традиционной энергетики к альтернативной, преимущественно использующей возобновляемые источники энергии.

Возобновляемой энергией является источник энергии, исходящий из естественных процессов, которые восполняют сами себя за сопоставимый по времени с человеческой жизнью период. К таким источникам относятся: Солнце, ветер, реки, приливы и отливы, биомассы, геотермальное тепло.

Доля в мировом производстве электрической энергии из возобновляемых источников в 2019 году, по данным Международного энергетического агентства (IEA), составила 23,2%, общая мощность 7015,5 ТВт ч, а к 2020 году достигла почти 29% [1].

Потенциал солнечной энергии практически безграничный, по мнению Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии (NREL), «За один час на Землю попадает больше солнечной энергии, чем используется всеми людьми в мире за один год» [2].

Для получения электроэнергии из солнечной энергии используется два способа: с помощью солнечных батарей и с помощью тепловых коллекторов, которые также применяются для нагрева жидкости. Принцип действия панелей основан на

фотогальваническом эффекте, благодаря которому происходит преобразование солнечного света в электрическую энергию.

Солнечная панель состоит из множества фотоэлектрических элементов, каждый из которых изготавливается, как правило, из двух пластин кремния. Одна пластина имеет свойства проводника положительного заряда, а вторая свойства отрицательного заряда. Под воздействием солнечного света свободные электроны переходят из одной пластины в другую, создавая постоянный электрический ток, который преобразуется в переменный ток с помощью инвертора. Для хранения энергии используют аккумуляторы.

Принцип использования солнечного света в тепловых коллекторах совершенно другой. На поверхности какого-либо сосуда концентрируется большое количество солнечных лучей и нагревают среду, которая находится внутри сосуда. Далее нагретый теплоноситель либо используется для покрытия тепловых нужд ГВС и отопления, либо поступает в тепловую машину, где происходит преобразование в электрическую энергию. Концентрация солнечных лучей осуществляется с помощью специальных зеркал и линз.

Лидером в солнечной энергетике является Китай, занимая около 35% мирового рынка. В 2020 году его совокупная установленная мощность составила 253,4 ГВт [3].

С 2008 года Америка начала широкое применение альтернативной энергетики, увеличив совокупную установленную мощность солнечной энергетике с 0,34 ГВт до 100 ГВт (на июнь 2021 года). Таким образом, США занимают второе место по применению энергии Солнца. Такой рост объясняется стимулированием со стороны государства развития солнечной промышленности, к 2030 году планируется достичь общей мощности в 420 ГВт [3].

На третьем месте находится Япония, совокупная мощность которой оценивается в 71,4 ГВт на 2020 год. К 2050 году государство планирует снизить выбросы парниковых газов до нуля, сделав Японию абсолютно углеродно-нейтральной.

Солнечная энергетика также широко развита в таких странах, как Германия, Индия, Италия, Австралия, Вьетнам, Южная Корея и Великобритания.

По данным Роснано, в России установленная мощность солнечных электростанций к 2020 году превысила 1,5 ГВт, это составляет менее 1% от общей доли выработки электрической энергии. Самыми крупными СЭС в России являются: СЭС Перово (Республика Крым) с установленной мощностью 105,56 МВт, Старомарьевская СЭС (Ставропольский край) мощностью 100 МВт и др.

Благодаря энергии ветра за 2020 год в мире, по данным Международного энергетического агентства (IEA), было произведено около 1600 ТВт ч электроэнергии, это 5% от общего производства электрической энергии [4].

Ветряные турбины преобразовывают кинетическую энергию ветра в механическую, которая трансформируется в электрическую с помощью генератора. На данный момент существует большое количество конструкций ветрогенераторов, но в промышленных масштабах используются трехлопастные с горизонтальной осью, состоящие из следующих элементов: фундамент, силовой шкаф, башня, лестница, поворотный механизм, гондола, анемометр, электрогенератор, тормозная система, трансмиссия, лопасти, обтекатель и система изменения угла атаки лопасти.

При обдувании ветром лопасти турбины, образуется разница давления воздуха между сторонами лопатки, создавая подъемную силу и силу сопротивления. Так как подъемная сила больше, лопатки приводят во вращение ротор.

Лидером по применению ветроэнергетики является Китай. В 2020 году его совокупная установленная мощность составила 289 ГВт, что является больше 25% от доли мировых мощностей ветряной энергетики [5].

На втором месте находятся США с установленной мощностью 122,32 ГВт в 2020 году. В Америке расположены одни из самых крупных ветряных электростанций в мире, основная доля которых приходится на штат Техас. К 2030 году планируется развитие морской ветряной энергетики мощностью 30 ГВт [5].

Германия занимает третье место по выработке электроэнергии с помощью ВЭС. По данным Our World in Data, доля ветряной энергетики в 2020 году составила 27% от общей выработки электрической энергии в стране. Большая часть ветрогенераторов расположена на суше, установленная мощность которых 55 ГВт, но также построены и морские ветрогенераторы с мощностью 7,7 ГВт. Ветряная энергетика развита также в таких странах, как Индия, Испания, Великобритания, Бразилия, Франция, Канада, Швеция и др.

Россия на 2020 год занимала 45-е место по объему производства ветряной энергии. Крупными ВЭС России являются: Кочубеевская ВЭС мощностью 210 МВт (Ставропольский край), Адыгейская ВЭС мощностью 150 МВт (Республика Адыгея) и др. [6].

По данным Международного энергетического агентства (IEA), в 2020 году мировая гидроэнергетика выработала 4418 ТВт·ч электрической энергии, что делает данный источник самым крупным среди всех возобновляемых источников энергии. Доля ГЭС в производстве электроэнергии среди общего мирового производства составляет более 18% [7].

Принцип работы большинства гидроэлектростанций основывается на использовании энергии падающей воды, которая преобразуется в механическую и с помощью генератора трансформируется в электрическую. Выделяют три типа гидроэнергетических конструкций: плотинные ГЭС, гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) и деривационные ГЭС.

Наибольшее применение получили плотинные гидроэлектростанции. С помощью водохранилища создается большой объем воды, который проходит по напорному водоводу и поступает на лопасти турбины. Под действием водяного напора лопасти приводят в вращение ротор турбины, и механическая энергия передается гидрогенератору, который вырабатывает электроэнергию. Работа деривационных ГЭС аналогична, только в этом случае происходит частичный отвод воды от русла реки с помощью искусственных каналов.

Гидроаккумулирующие электростанции напоминают очень большие аккумуляторы. Когда спрос на электроэнергию небольшой, агрегаты ГАЭС работают в качестве насосов, перекачивая воду из нижнего резервуара в верхний, используя энергию от разных источников. В пиковые периоды вода проходит по водоводу к нижнему резервуару и приводит в действие турбины, которые вырабатывают электрическую энергию.

Потенциальная мощность ГЭС зависит от напора, который создается перепадом высоты, и от объема водного напора, чем они больше, тем эффективнее производство электроэнергии.

Лидером по производству гидроэлектроэнергии является Китай, установленная мощность в 2020 году составила 352 ГВт. В Китае находится одна из крупнейших ГЭС «Три ущелья» мощностью 22,5 ГВт, расположенная на реке Янцзы [8].

Второе место занимает Бразилия, установленная мощность 105 ГВт. На границе Бразилии и Парагвая построена самая крупная гидроэлектростанция в мире. Мощность «Итайпу» составляет 14 ГВт, а среднегодовая выработка энергии 92 млрд кВт·ч. Гидроэнергетика является основным источником электрической энергии в стране, на неё приходится 64,7% от общей выработки электроэнергии [8].

На третьем месте находятся США с мощностью 103 ГВт в 2020 году. На долю гидроэнергетики приходится около 7% от общего производства электроэнергии в стране и 37% от производства возобновляемыми источниками энергии [8].

Гидроэнергетика также развита в Канаде, России, Индии, Норвегии, Японии, Франции и Вьетнаме. В Норвегии энергия воды производит 95% электроэнергии, которая расходуется внутри страны. Россия занимает 4-5 место, после США и Канады.

Установленная мощность составила 51 ГВт, годовая выработка гидроэлектроэнергии 193 ТВт ч на 2020 год. Доля ГЭС в РФ от общего производства электроэнергии 17,3% [9].

На данный момент в России работает более 170 гидроэлектростанций, крупнейшими из которых являются Саяно-Шушенская ГЭС мощностью 6400 МВт (Республика Хакасия), Красноярская ГЭС мощностью 6000 МВт (Красноярский край) и Братская ГЭС мощностью 4500 МВт (Иркутская область).

Особым видом гидроэнергетики являются приливные станции (ПЭС), использующие движение воды, возникающее из-за гравитационной силы Луны и Солнца и вращения Земли. Принцип работы приливной станции состоит в следующем. В районах, где уровень воды у берегов в течение суток изменяется от 4 метров, в некоторых местностях колебания могут достигать до 10-15 метров, строят плотины, внутри располагают гидротурбины с генераторами. При отливе и приливе поток воды приводит во вращение лопасти турбины, которая передает механическую энергию генератору, в котором происходит трансформация в электрическую энергию.

Также существуют приливные турбины, принцип работы которых аналогичен ветряным турбинам, только в данном случае из-за большей плотности воды их изготавливают более прочными, но и энергии они могут вырабатывать больше. Такие установки целесообразно располагать на дне морей и океанов.

В 2019 году приливная энергетика произвела около 1000 ГВт ч электроэнергии, доля от общего мирового производства менее 1%. ПЭС находятся в таких странах, как Франция, Великобритания, Канада, Китай, США, Норвегия, Индия, Япония и Россия [10].

Самой крупной приливной электростанцией является ПЭС на озере Сихва, находящаяся в Южной Корее. Общая выходная мощность установки составляет 254 МВт. На втором месте находится ПЭС «Ля Ранс» во Франции с выходной мощностью 240 МВт.

Практически все остальные ПЭС в мире рассматриваются как экспериментальные для разработки новых технологий, которые бы позволили развить это направление в энергетике. Так, в России в Мурманской области построена Кислогубская ПЭС, на данный момент является памятником науки и техники. В проектном состоянии находится Мезенская ПЭС (Архангельская область) и Тугурская ПЭС (Хабаровский край).

В заключение можно сказать, что альтернативная энергетика, в том числе и возобновляемая, является неотъемлемым направлением в такой отрасли промышленности, как энергетика. На данный момент в России около 20% производимой электроэнергии является возобновляемой [11]. Зелёная энергия производится на большом количестве крупных объектах, среди них – солнечные, ветряные, геотермальные электростанции, а также биогазовые станции и ГЭС. В некоторых субъектах страны возобновляемая энергетика развивается очень активно, однако не во всех, хотя многие регионы имеют большой потенциал.

Список литературы:

1. Renewables // URL: <https://clck.ru/sYdwv> (date of the application: 19.07.2022).
2. Solar Energy Basics // URL: <https://clck.ru/sYdz7> (date of the application: 19.07.2022).
3. The Top Five Nations Leading in Solar Energy Generation // URL: <https://clck.ru/sYe3f> (date of the application: 19.07.2022).
4. Wind in the energy and electricity mix // URL: <https://clck.ru/sYe4o> (date of the application: 19.07.2022).

5. Countries and regions // URL: <https://clck.ru/sYeFY> (date of the application: 19.07.2022).
6. Сабзалыев, С. А. Анализ развития возобновляемой энергетики в России / С. А. Сабзалыев, М. С. Липатов // Энергетика, управление и автоматизация: инновационные решения проблем : Материалы Всероссийской научно - практической конференции обучающихся и преподавателей. В 2-х частях. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2021. – С. 6-10.
7. Hydropower // URL: <https://clck.ru/sYeGS> (date of the application: 19.07.2022).
8. Data and statistics // URL: <https://clck.ru/sYe6e> (date of the application: 19.07.2022).
9. Основные характеристики российской электроэнергетики // URL: <https://clck.ru/GjFvY> (дата обращения: 19.07.2022).
10. IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-342-7.
11. Липатов, М. С. Альтернативная энергетика как перспективное направление для устойчивого развития сельских территорий / М. С. Липатов // Энергетика и автоматизация в современном обществе : Материалы ежегодной III Всероссийской научно-практической конференции обучающихся и преподавателей. В 3-х частях / Под общей редакцией Т.Ю. Коротковой. – Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2020. – С. 52-54.

References:

1. Renewables // URL: <https://clck.ru/sYdwv> (date of the application: 19.07.2022).
2. Solar Energy Basics // URL: <https://clck.ru/sYdz7> (date of the application: 19.07.2022).
3. The Top Five Nations Leading in Solar Energy Generation // URL: <https://clck.ru/sYe3f> (date of the application: 19.07.2022).
4. Wind in the energy and electricity mix // URL: <https://clck.ru/sYe4o> (date of the application: 19.07.2022).
5. Countries and regions // URL: <https://clck.ru/sYeFY> (date of the application: 19.07.2022).
6. Sabzalyev, S. A. Analysis of the development of renewable energy in Russia / S. A. Sabzalyev, M. S. Lipatov // Power engineering, management and automation: innovative solutions to problems : Materials of the All-Russian Scientific and practical conference of students and teachers. In 2 parts. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 2021. – pp. 6-10.
7. Hydropower // URL: <https://clck.ru/sYeGS> (date of the application: 19.07.2022).
8. Data and statistics // URL: <https://clck.ru/sYe6e> (date of the application: 19.07.2022).
9. Main characteristics of the Russian electric power industry // URL: <https://clck.ru/GjFvY> (accessed: 07/19/2022).
10. IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-342-7.

11. Lipatov, M. S. Alternative energy as a promising direction for sustainable development of rural areas / M. S. Lipatov // Energy and automation in modern society : Materials of the annual III All-Russian Scientific and practical conference of students and teachers. In 3 parts / Under the general editorship of T.Y. Korotkova. – St. Petersburg: HSE SPbGUPTD, 2020. – pp. 52-54.