ДЕНЬГИ НА ВЕТЕР

За рубежом в охранной зоне ветряных станций, расположенных в равнинной местности, традиционно размещаются сельхозугодья.

Чтобы сократить субсидирование дизельных генераций по всей стране, России предстоит построить индустрию ветроэнергетики.

Петр Степаненко

Мировая ветряная генерация растет стремительно, демонстрируя ежегодный рост в 9–11%. К концу 2018 года совокупная мощность ветроустановок достигла 600 ГВт, при этом только за 2018 год глобальная система прирос-ла на 54 ГВт. В 2019 году, по прогнозу Bloomberg, ветряная энергетика прибавит 70 ГВт.

Мировые лидеры — Китай с 200 ГВт установленной мощности, США с 96 ГВт, Германия с 59 ГВт, Индия с 35 ГВт, Великобритания с 20,7 ГВт, Бразилия с 14,5 ГВт и Франция с 15,3 ГВт мощности ветроустановок.

Страна ветров

По данным системного оператора единой электроэнергетической системы России (СО ЕЭС), суммарная установленная электрическая мощность 22 действующих ветряных электростанций ЕЭС России на 1 января 2019 года составляла 140 МВт по данным Российской ассоциации ветроиндустрии и 183,9 МВт по данным «Википедии», что занимает не более 0,08 % от установленной мощности электростанций энергосистемы в целом. В пересчете на одного жителя Россия получает ветровой энергии в 150 раз меньше, чем в Китае, и в 300 раз меньше, чем в США.

Российская ветроэнергетика производит за год примерно столько же энергии, сколько китайская — за 8 часов.

При этом у России есть обширные возможности для развития ветряной энергетики. Потенциал ветряных электростанций РФ оценивается в 2 469,4 млрд кВтч в год, а общие ресурсы определяются в 10,7 ГВт, то есть в 58 раз превышают действующие мощности.

Демография и дизель

В текущий момент на 70% территории Российской Федерации практически единственным источником энергии являются бензиновые или дизельные электростанции.

На 70% территории России бензиновые и дизельные электростанции являются практически единственными источниками энергии.

В частности, на Крайнем Севере, где живет более 10 млн человек, каждый год расходуется 6-8 млн тонн топлива.

Общая мощность дизельных станций в России (исключая коммерческие:

вахтовые поселки, рудники, ГОКи) — около 1 ГВт.

Себестоимость электрической энергии, вырабатываемой дизель-генераторами, составляет от 30 до 200 руб. за кВт/час с учетом стоимости генератора и доставки топлива.

В соответствии с утвержденными тарифами, конечные потребители оплачивают 6–7 руб. за 1 кВт/час. Разницу между тарифом и себестоимостью компенсирует местный бюджет, что ложится тяжким бременем на жителей региона, поскольку недофинансируются местные социальные программы, и на жителей всей страны, поскольку местные бюджеты удаленных территорий субсидируются из бюджета федерального.

Так, в некоторых удаленных регионах Восточной Сибири органы управления тратят на топливо более половины бюджета населенного пункта.

Всего в 2018 году в форме субсидий к существующим тарифам на энергию российский бюджет потратил 49 млрд руб. — сумма, которую заплатили все российские налогоплательщики. Причем в этой сумме не учтены расходы на энергообеспечение госучреждений и объектов инфраструктуры.

В то же время, с учетом расходов на приобретение, монтаж и применение квалифицированного оборудования, себестоимость 1 кВт/ч ветряного электричества в Российской Федерации составляет от 28 до 35 руб. за кВт/час с расчетной окупаемостью 8–10 лет.

Для сравнения, в казахстанских проектах ветростанций 1 кВт/ч обходится порой в 3–3,5 руб. (в 10 раз дешевле, чем в России), сравнимая себестоимость — в удаленных зарубежных проектах.

Объяснение кроется в российской географии и демографии. Наибольшим ветропотенциалом обладают прибрежные территории с максимальным перепадом давлений и температур. В России это — Север и Дальний Восток, наименее заселенные и не обладающие значительными объектами потребления энергии. Строительство мощных прибрежных ветростанций здесь нецелесообразно, поскольку немногочисленные потребители расселены на большой территории.

Энергию такой мощной станции просто некуда девать: нет ни сбыта, ни диверсифицированной распределительной сети, которая выравнивала бы или накапливала неравномерно подаваемые объемы.

Одна из возможных стратегий в данной ситуации — заявленная игроками рынка, но не освоенная российским

▲ Строительство Ульяновской ВЭС-2 в 2018 году.

▼ В охранной зоне Зеленоградской ВЭС под Калининградом, закрытой в 2018 году, велась интенсивная жилищная застройка.

правительством — предполагает строительство небольших, мощностью 100–300 КВт, интегрированных станций, сочетающих ветряные, солнечные и традиционные топливные модули.

Сочетание трех технологий, применение ветро-солнечно-дизельных станций в удаленных регионах Российской Федерации — позволило бы сократить расход топлива в два-три раза, снизить себестоимость электроэнергии и бюджетные ассигнования. Однако существующее законодательство реализовать подобные проекты не позволяет: все дело в тарифах, которые утверждаются ежегодно и не могут быть зафиксированы на несколько лет.

Себестоимость энергии дизель-генератора достигает 200 руб. за кВт/час, потребители оплачивают 6–7 руб, а разница покрывается за счет бюджета.

Тем временем, правительство занялось созданием ветряной генерации в густонаселенных районах страны, обладающих не слишком высоким ветропотенциалом, но объединенных единой энергосистемой.

Государство гарантирует избранным поставщикам покупку у них полученной энергии, забирает ее в общую сеть и далее распределяет в адрес конечных потребителей по существующим программам, включающим систему тарифов и субсидий.

Программа для оптового рынка

С 2013 года правительство принимает нормативные акты, определяющие ценовые параметры торговли для ветроэнергетических генераций на оптовом рынке, целевые показатели установленной мощности по видам и годам, условия заключения долгосрочных договоров о предоставлении мощности и определения предельных капитальных затрат для проведения конкурсного отбора инвестиционных проектов.

Принята программа поддержки возобновляемых источников энергии (ВИЭ), направленная на оптовый рынок.

Раз в год проходит конкурс с отбором проектов и исполнителей на ближайшие 5 лет.

Госпрограмма гарантирует закупку получаемой энергии инвесторам, прошедшим конкурсный отбор.

По итогам конкурса — между победителем отбора и покупателями на оптовом рынке заключается гарантированный договор на поставку мощности (ДПМ), позволяющий инвестору получить базовый уровень доходности 12% в течение 15 лет.

Победители получают финансовую поддержку со стороны государства по механизму ДПМ ВИЭ.

Первый конкурс состоялся в 2015 году, в результате в 2017 году сдан в строй ветропарк в Ульяновской области мощностью 35 МВт, а годом — вторая очередь на 50 МВт.

Конкурсный отбор на выполнение работ в 2019, 2021 и 2023 годах прошел в 2016–2018 гг., в два этапа. Количество заявок на строительство более 2,2 ГВт установленной мощности почти вдвое превысило разыгрываемые 829,94 МВт.

Величина капитальных затрат для отобранных объемов колебалась в диапазоне 59–80 тыс. руб. за кВт установленной мощности. Самый низкий уровень капитальных затрат — 59 339 руб. за кВт (по курсу 870 €/кВт).

Конкурсы на 2019, 2021 и 2023 годы выиграли компании, входящие в структуру «Роснано» и «Росатома» — ООО «Ветропарки ФРВ» (1,8 ГВт) и АО «ВетроОГК-2» (1 ГВт). Относительно небольшой контракт на 290 МВт получила российская дочка итальянской Enel.

Всего по результатам прошедшего отбора будет введено: в 2018 году — 200 МВт, в 2019-м году — 508,8 МВт, в 2020-м — 640,09 МВт, в 2021-м — 737,77 МВт, 2022-м году — 530 МВт, в 2023-м — 497,7 МВт ветропарков.

К 2019 году Россия производит 184 МВт ветряной энергии на 22 станциях мощностью от 0,1 до 150 МВт каждая.

На конец 2018 г. отобрано более 20 проектов ветрогенерации с с установленной мощностью от 16 до 200 МВт каждая и общей установленной мощностью 3254,5 МВт.

Ожидается, что к 2024 году объем рынка ветряной энергии в России достигнет 750 млрд руб.

Локализация

Согласно постановлению правительства РФ № 610 от 23.05.2017 г., для проектов выхода в оптовую сеть, получающих государственную поддержку, должно быть локализовано 65% производимой (поставляемой) ветростанции.

Из означенного объема 21% локализации достигается за счет привлечения отечественных проектных и строительных организаций. Оставшиеся 44% необходимо «добирать» за счет выпуска комплектующих.

В Минпромторге образована Комиссия по подтверждению локализации.

Так, в 2018 году в Нижегородской области начато производство гондол ветроэнергетических установок (ВЭУ), систем управления углом поворота гондолы и систем охлаждения по технологии датской компании Vestas. Производство ведут «дочки» датского производителя — ООО «Вестас Рус» и ООО «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус».

Вслед за датской Vestas сборочные производства в России открывают германская Siemens Gamesa Renewable Energy SA (SGRE) и голландская Lagerwey Wind, принадлежащая немецкому Enercon GmbH.

Подъемное оборудование поставят российские компании. Также за местными исполнителями — подъездные и внутриплощадочнные дороги, фундаменты, кабельные галереи, подстанции, транспортировка крупногабаритных компонентов по суше и по морю.

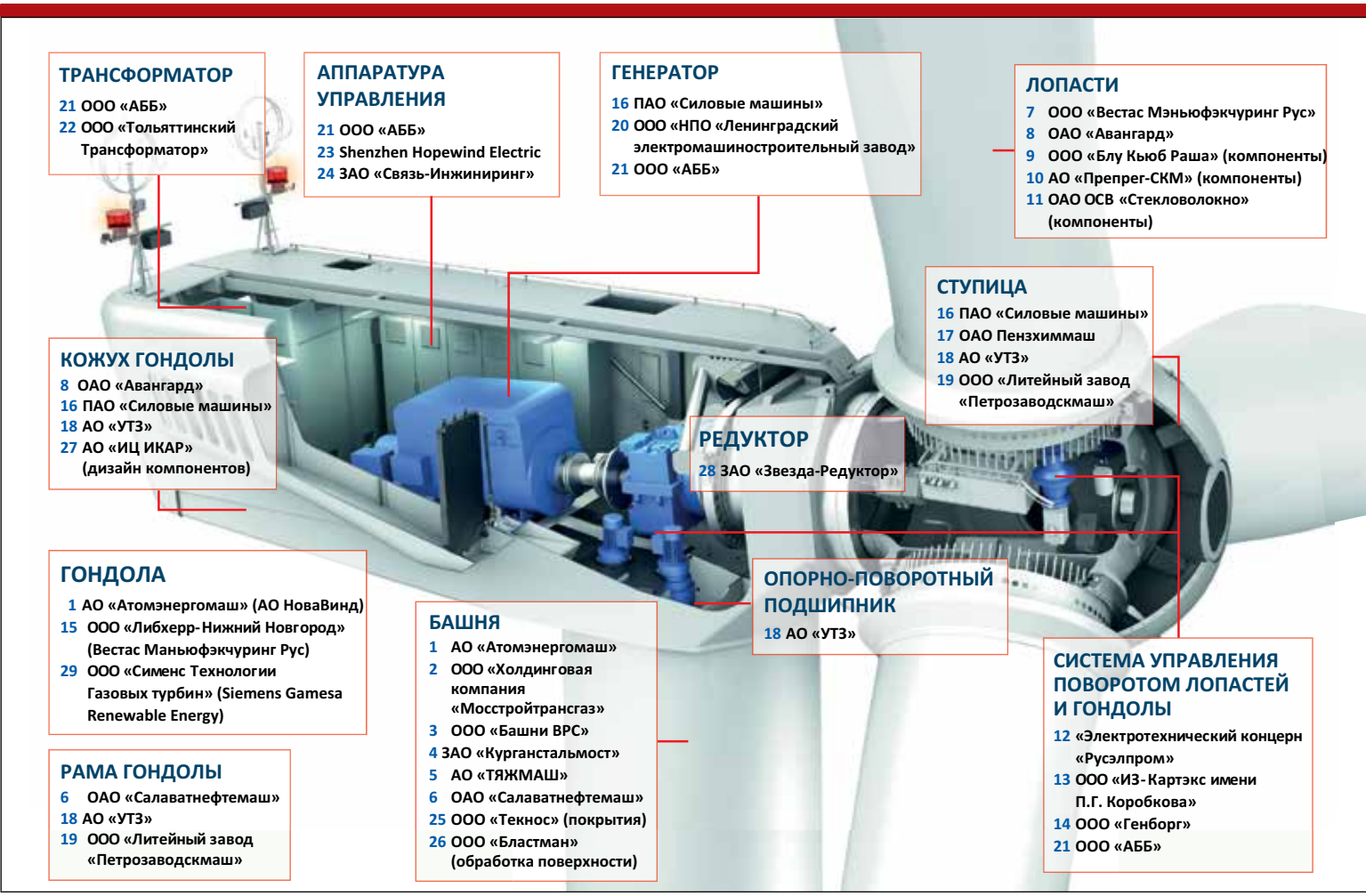
Малые ветрогенераторы

Малая энергетика, специализирующаяся на установках менее 100 кВт, развивается стремительно.

Так, в США к 2020 году суммарная мощность малой ветровой энергетики ожидается на уровне 50 ГВт, что составит 3 % от суммарных мощностей страны. Ветровые турбины будут установлены в 15 млн домах и на 1 млн малых предприятий. В отрасли малой ветроэнергетики будут заняты 10 тыс. человек с объемом производства на сумму более 1 млрд $.

Малая ветроэнергетика в России только зарождается. На рынке присутствует несколько производителей маломощных бытовых ветрогенераторов для домашнего использования. Цены на ветрогенераторы мощностью 1 кВт с полной комплектацией превышает 45 тыс. руб. Сертификация на установку данного оборудования не требуется.

Схема 1. Локализация производства оборудования ВЭС в России.



▼ Гигантская 107-метровая лопасть из термореактопласта на заводе в Шербуре (Франция) компании LM Wind Power (входит в General Electric). Замена применявшихся ранее эпоксидных смол на термореактопласты сокращает сроки изготовления лопасти и снижает капитальные затраты. В отличие от эпоксидной смолы, термопласты не нуждаются в дополнительном отверждении после литья, что позволяет достигать экономии энергозатрат. Но наиболее впечатляющим преимуществом материала является способность к термической сварке, ремонту и переработке.

Таблица 1. Действующие и строящиеся ветроэлектростанции в РФ.

№	Название	Мощность, МВт	Регион	Собственник
1	Адыгейская ВЭС	150	Адыгея	АО «НоваВинд»
2	Ульяновская ВЭС-2	50,4	Ульяновская область	ООО «Первый Ветропарк ФРВ»
3	Ульяновская ВЭС	35	Ульяновская область	«Фортум»
4	Останинская ВЭС	25	Крым	ООО «Ветряной парк Керченский»
5	Тарханкутская ВЭС	22,45	Крым	ГУП РК «КГС»
6	Сакская ВЭС	20,82	Крым	ГУП РК «КГС»
7	Пресноводненская ВЭС	7,39	Крым	ГУП РК «КГС»
8	Донузлавская ВЭС	6,78	Крым	ГУП РК «КГС»
9	Ушаковская ВЭС	5,1	Калининградская область	АО «Янтарьэнерго»
10	Судакская ВЭС	3,76	Крым	ГУП РК «КГС»
11	ВЭС п. Октябрьский	3,3	Камчатский край	АО «Камчатские электрические сети им. И. А. Пискунова»
12	Восточно-Крымская ВЭС	2,81	Крым	ГУП РК «КГС»
13	ВЭС с. Тамар-Уткуль	2,725	Оренбургская область	ООО «ЭкоСельЭнерго»
14	Анадырская (Чукотская) ВЭС	2,5	Чукотский автономный округ	ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз»
15	ВЭС Тюпкильды	1,65	Республика Башкортостан	«Башкирская генерирующая компания»
16	ВЭС п. Усть-Камчатск	1,175	Камчатский край	ПАО «Передвижная энергетика»
17	ВДК п. Тикси	0,9	Якутия	ПАО «РусГидро»
18	ВДК с. Никольское	0,55	Камчатский край	ПАО «Передвижная энергетика»
19	ВЭС с. Новиково	0,45	Сахалинская область	ПАО «Передвижная энергетика»
20	ВЭС г. Орск	0,4	Оренбургская область	ООО «Автотранс-М»
21	ВЭУ в г. Лабытнанги	0,25	Ямало-Ненецкий АО	ПАО «Передвижная энергетика»
22	ВЭС ООО «АльтЭнерго»	0,1	Белгородская область	ООО «АльтЭнерго»

Источник: «Википедия».

Таблица 2. Выведенные из эксплуатации ветроэлектростанции в РФ.

№	Название	Мощность, МВт	Регион	Год вывода	Собственник
1	Зеленоградская ВЭС	5,1	Калининградская область	2018	АО «Калининградская генерирующая компания»
2	Заполярная (Воркутинская) ВЭС	1,5	Республика Коми	?	ПАО «Т Плюс»
3	Калмыцкая ВЭС	1	Республика Калмыкия	?	РусГидро — 83,4 % ОАО «МРСК Юга» — 16,6 %
4	Балаклавская ВЭУ	0,1	Крым [6]	1941	?
5	Ветроэлектростанция Уфимцева	0,0035	Курская область	1936	ОБОУ ДОД «Областной центр детского технического творчества» (пользователь)

Источник: «Википедия».

Минпромторг России реализует механизм специального инвестиционного контракта (СПИК) на основании постановление правительства от 16.07.2015 г. № 708 «О специальных инвестиционных контрактах для отдельных отраслей промышленности».

В рамках механизма СПИК реализуются производства:

- Лопастей роторной системы в Ульяновске — АО «Аэрокомпозит-Ульяновск», ООО «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус».
- Стальных башен в Таганроге — ООО «Виндар Рус».
- Модульных стальных башен для установок мощностью от 2.5 МВт в Волгодонске — ООО «ВетроСтройДеталь».
- Сборочное производство компонентов ВЭУ, строительство ВЭС 610 МВт в Волгодонске — АО «НоваВинд», Red Wind B.V., «АЭМ-технологии» («АО «Атомэнергомаш»).

Как и в автомобилестроении, отрасль пошла по пути предоставления «российской прописки» западным высокотехнологичным компаниям.

Уроки прошлого. Калининград

С 1998 по 2002 год в посёлке Куликово Калининградской области были смонтированы 20 бывших в употреблении ветроэнергоустановок (ВЭУ) общей мощностью 5,1 МВт, восемь лет проработавших в датском ветропарке «Нойсомхед Винд Фарм» и полученных калинградской «Янтарьэнерго» по гранту правительства Дании.

На конец 2010 года 7 установок, на конец 2012-го — еще 5 установок находились в ремонте.

Расход электроэнергии на собственные производственные нужды ВЭС составлял в 2012 году 0,33%. Коэффициент использования установленной мощности в том же 2012 году составлял 6,8% при нормативном значении 25%. Низкие значения были обусловлены погодными условиями — неравномерностью ветровой нагрузки. Вырабатываемая электроэнергия поступала потребителю по местным электрическим сетям напряжением 0,4 кВ.

Операционные затраты на получение киловатт-часа, вырабатываемого ветропарком, составляли в 2007 году 25–35 копеек (без учета капитальных затрат).

В октябре 2018 года во время шторма шквалистым ветром была повалена и разрушена одна из ветроустановок,

Рис. 1. Среднегодовая скорость ветра на высоте 100 м в РФ.

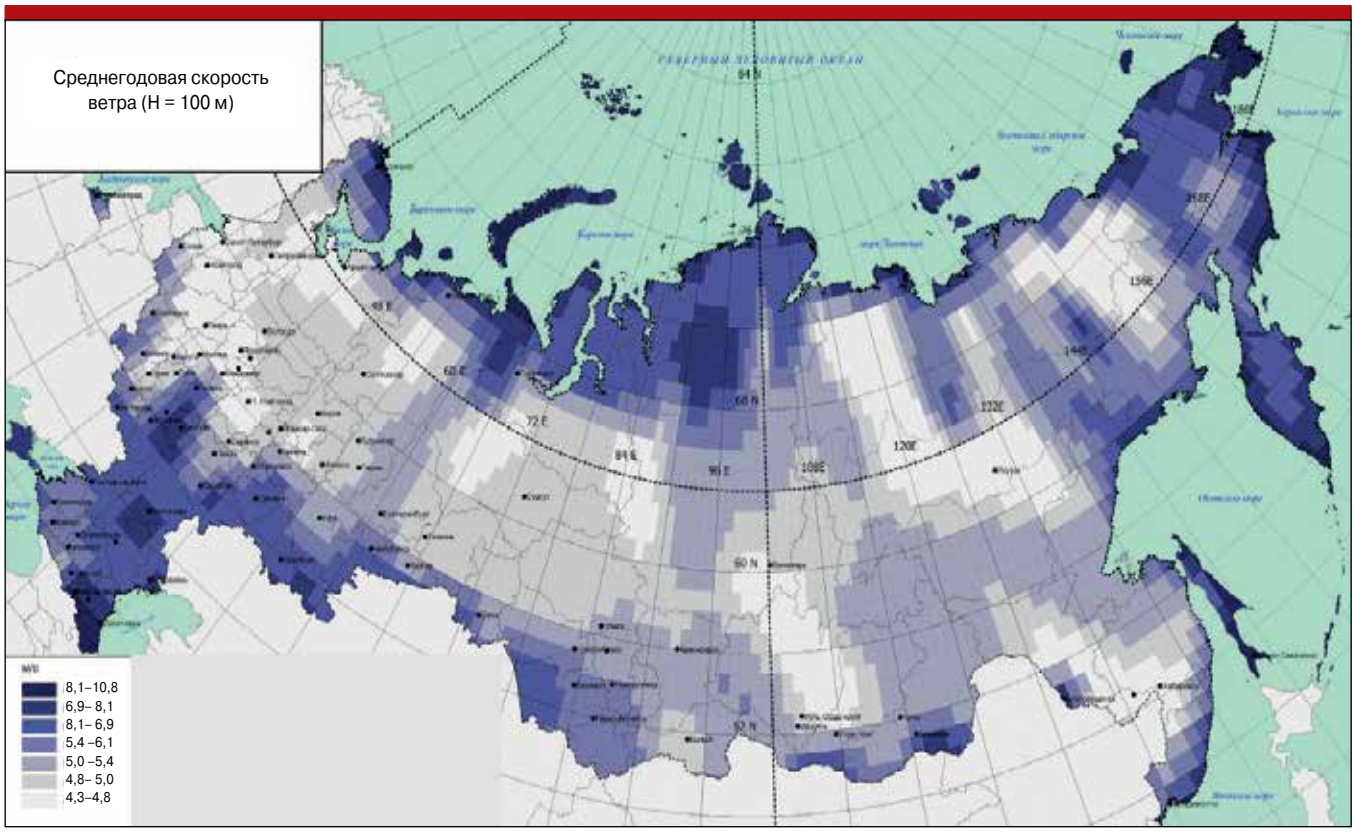
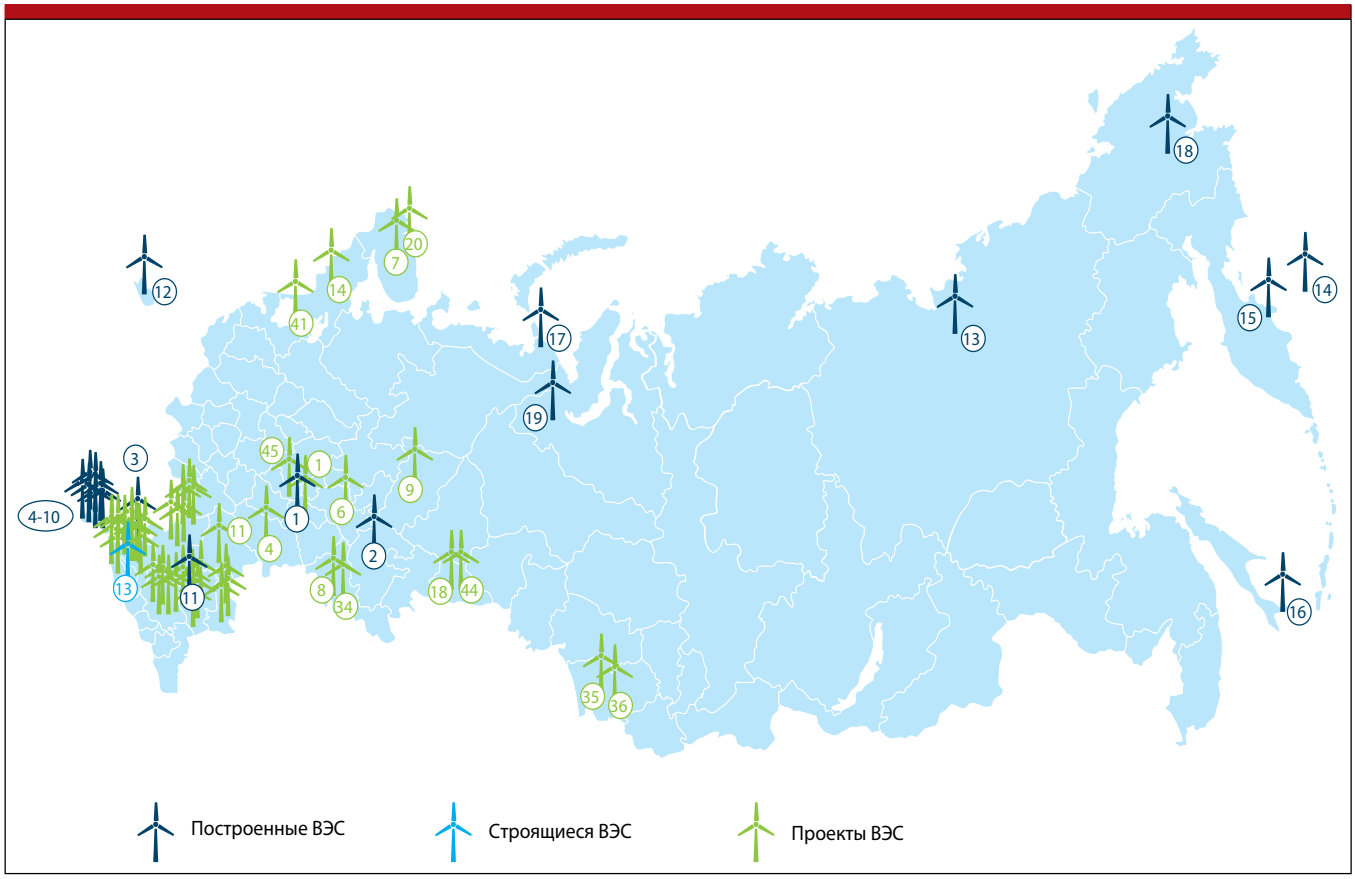


Рис. 2. Карта ветропарков в России по состоянию на 2019 год.



Гибридизация ветровой и фотоэлектрической энергии. Испанская Acciona приступила к установке гибких модулей Heliatek на башнях ветряных турбин. При производстве модулей в качестве сырья использован углерод, они имеют толщину 1 мм, покрывают 50 м^2 площади одной опоры и вырабатывают 9,36 кВт энергии.

после чего Зеленоградская ВЭС была окончательно выведена из эксплуатации и замещена Ушаковской ВЭС мощностью 6,9 МВт, на новой площадке, из трех ветроустановок модели Enercon E70, также бывших в употреблении.

Российская ветроэнергетика за год производит столько же энергии, сколько китайская за 8 часов работы.

Вне программы: Тикси

В 2018 году в рамках Меморандума о сотрудничестве между ПАО «РусГидро», японской The New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) и Республикой Саха (Якутия), а также договора о совместной деятельности между АО «Сахаэнерго» и компанией Takaoka Toko была спроектирована и запущена ветростанция мощностью 0,9 МВт и стоимостью 225 млн руб. в поселке Тикси Булунского улуса Якутии.

Строительство велось с марта по октябрь. В мае 2018 года судно с тремя ветроэнергетическими установками прибыло из Японии во Владивосток. На 18 специализированных автомашинах оборудование общим весом почти 240 тонн было доставлено в Якутский порт, затем ветроэнергетические установки перегрузили на речное судно и доставили в Тикси по реке Лене. Путь из Владивостока в Тикси составил 4,7 тыс. км, время в пути — 18 дней. В течение трёх месяцев оборудование было смонтировано и подготовлено к работе.

В составе станции — три установки Komaihaltec Inc типа KWT 300, мощностью 300 кВт, длиной лопастей 33 м и высотой 41,5 м. В ноябре 2018 г. станция введена в эксплуатацию.

На первом этапе ВЭС будет работать совместно с уже имеющейся в поселке дизельной электростанцией. В 2019 году в рамках проекта ветродизельной электростанции намечено строительство новой дизельной электростанции мощностью 3 МВт, а также монтаж накопителей электроэнергии.

По предварительной оценке, экономия дизельного топлива составит до 500 тонн в год.

ПАО «РусГидро», АО «Сахаэнерго» и Республики Саха подписали соглашение, предусматривающее, в том числе, учет в тарифных решениях, ежегодно утверждаемых Правительством Республики, затрат на строительство и эксплуатацию ветродизельного комплекса в Тикси.

Проект реализован за пределами федеральной программы, вне конкурсных процедур и без участия единой энергосистемы.

АГЭС: Архангельская область и ЯНАО

Ульяновская компания «Альтрэн», дочка ульяновского подразделения «Роснано», ведущая строительство интегрированных станций в России, рассчитала и предложила к реализации проекты АГЭС (автономная гибридная энергосистема) в Ульяновской области и Ямало-Ненецком автономном округе.

Согласно ПП № 610 от 23.05.2017 г., поставляемая в российский регион ветростанция должна быть локализована на 65%.

Комбинированные ветро-солнечно-дизельные установки заменили собой традиционные дизель-генераторы в армейских подразделениях США, что позволило значительно сэкономить расходы военного бюджета. Independent Power Systems начала поставки интегрированных систем электроснабжения по заказу Инженерного корпуса армии США в 2010 году.

В роли иностранного партнера, продвигающего данную технологию на мировом рынке, выступает немецкая Freqcon GmbH.

Проектом рассчитаны требования к установкам исходя из солнечно-ветрового потенциала региона и экономические показатели.

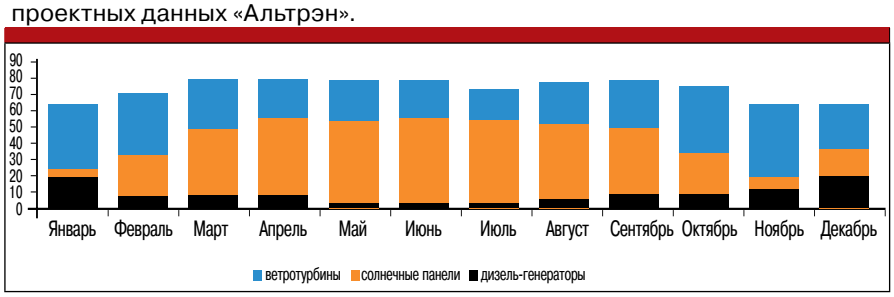
Энергопотребление в 2017 году составило 477,6 тыс. кВт/ч под Архангельском и 762,31 тыс. кВт/ч в селе Нори ЯНАО, электроснабжение осуществляется за счет непрерывной работы трех дизельных генераторов суммарной мощностью в Ульяновской области — 420 кВт, в ЯНАО — 955 кВт.

В ходе реализации проекта в Архангельске могут быть установлены модули: ветроэлектростанции мощностью 100 кВт, солнечные элементы на 260 кВт, дизель-генераторы на 137 кВт, накопители энергии на 491 кВт/ч.

В ЯНАО — ветроэлектростанции мощностью 200 кВт, солнечные элементы на 1500 кВт, дизель-генераторы на 360 кВт.

На диаграмме 1 приведены расчетные значения выработки для трех типов установок в составе интегрированной станции, исходя из выявленного уровня инсоляции и силы ветра для Архангельска.

Диаграмма 1. Доли ветряной, солнечной и дизельной генерации на интегрированной АГЭС в Архангельской области, на основании проектных данных «Альтрэн».



Себестоимость 1 КВт/ч энергии АГЭС составит 28 руб. в расчете на 8-летнюю окупаемость — неплохие показатели для установки столь малой мощности, от 100 до 300 кВт.

Ожидается, что к 2024 году объем рынка ветряной энергии для оптового рынка в России достигнет 750 млрд руб.

Законодательный тупик

Архангельск и ЯНАО — изолированные территории, не входящие в единую энергосистему. Здесь, как и в Якутии, отсутствует централизованное энергоснабжение. Поэтому принятая федеральная программа на эти регионы не распространяется.

По условиям проекта, регион в течение 8-10 лет выкупает у инвестора получаемую энергию по установленной цене 28 руб. за кВт/ч (текущая себестоимость дизельной генерации, субсидируемая из регионального бюджета, составляет 50 руб. за кВт/ч). После этого капитальные затраты считаются полностью компенсированными, и

Классы ветрогенераторов

Ветровые турбины рассчитаны на конкретные условия. На этапе строительства и проектирования делаются предположения о ветровом климате, которому подвержены ветряные турбины. Турбинный класс ветра является лишь одним из факторов, которые необходимо учитывать в ходе сложного процесса планирования ветряной электростанции. Классы ветра определяют, какая турбина подходит для нормальных ветровых условий конкретного участка. Классы турбины определяются тремя параметрами – средней скоростью ветра, экстремальным 50-летним порывом ветра и турбулентностью.

Интенсивность турбулентности количественно определяет, как сильно изменяется ветер в течение 10 минут. Поскольку сталостные нагрузки ряда основных компонентов в ветротурбине в основном вызваны турбулентностью, знание того, насколько турбулентным является место, имеет решающее значение. Обычно скорость ветра увеличивается с ростом высоты. В равнинной местности скорость ветра логарифмически увеличивается с высотой. В сложной местности профиль ветра не описывается простыми параметрами, и, кроме того, может произойти разделение потока, что приведет к сильному усилению турбулентности.

Ошибки в расчете установки и поставка несоответствующей нагрузке комплектации ведет к низкой эффективности, не позволяет достичь планового коэффициента использования установленной мощности.

стоимость электричества для региона составляет 3–3,5 руб. за 1 кВт, а продавать ее потребителям может по прежней цене в 6–7 руб. или дешевле.

Выходит, что субъект РФ не несет инвестиционных затрат, для конечных потребителей цена электроэнергии не возрастает, зато затраты регионального бюджета снижаются в два раза на ближайшие 8 лет и почти в десять раз в последующий период, в перспективе 10–15 лет. Срок службы ветроустановки составляет 25 лет.

Почему же Архангельская область, ЯНАО, а вслед за ними 70% территорий России не начинают внедрять эти проекты немедленно?

Для реализации проекта регион должен взять на себя обязательство выкупать энергию у инвестора по гарантированной цене на протяжении всего периода окупаемости проекта, то есть в течение 8 лет.

Однако действующее законодательство предполагает ежегодное утверждение тарифов для населения и компенсацию разницы между тарифом и себестоимостью за счет бюджета, при этом тариф гипотетически может как расти, так и снижаться. Но быть зафиксированным на 8 лет вперед он не может.

Инициаторы проекта ждут разрешения законодательной коллизии.

Шлезвиг-Гольштейн

25 лет назад фермеры земель Шлезвиг-Гольштейна начали установку первых в Германии ветряков. Сейчас ветряная энергетика покрывает большую часть потребности в электричестве территории с населением 3 млн человек.

70% энергии в регионе получено за счет ветрогенераторов, 20% — из биомассы, а 10% от солнечных модулей. Шлезвиг-Гольштейн не планирует останавливаться. Объемы производимой энергии возрастут в 2,5 раза за 5 лет — с 3,7 ГВт в 2015 году до 9 ГВт в 2020 году, что сделает регион нетто-экспортером энергии.

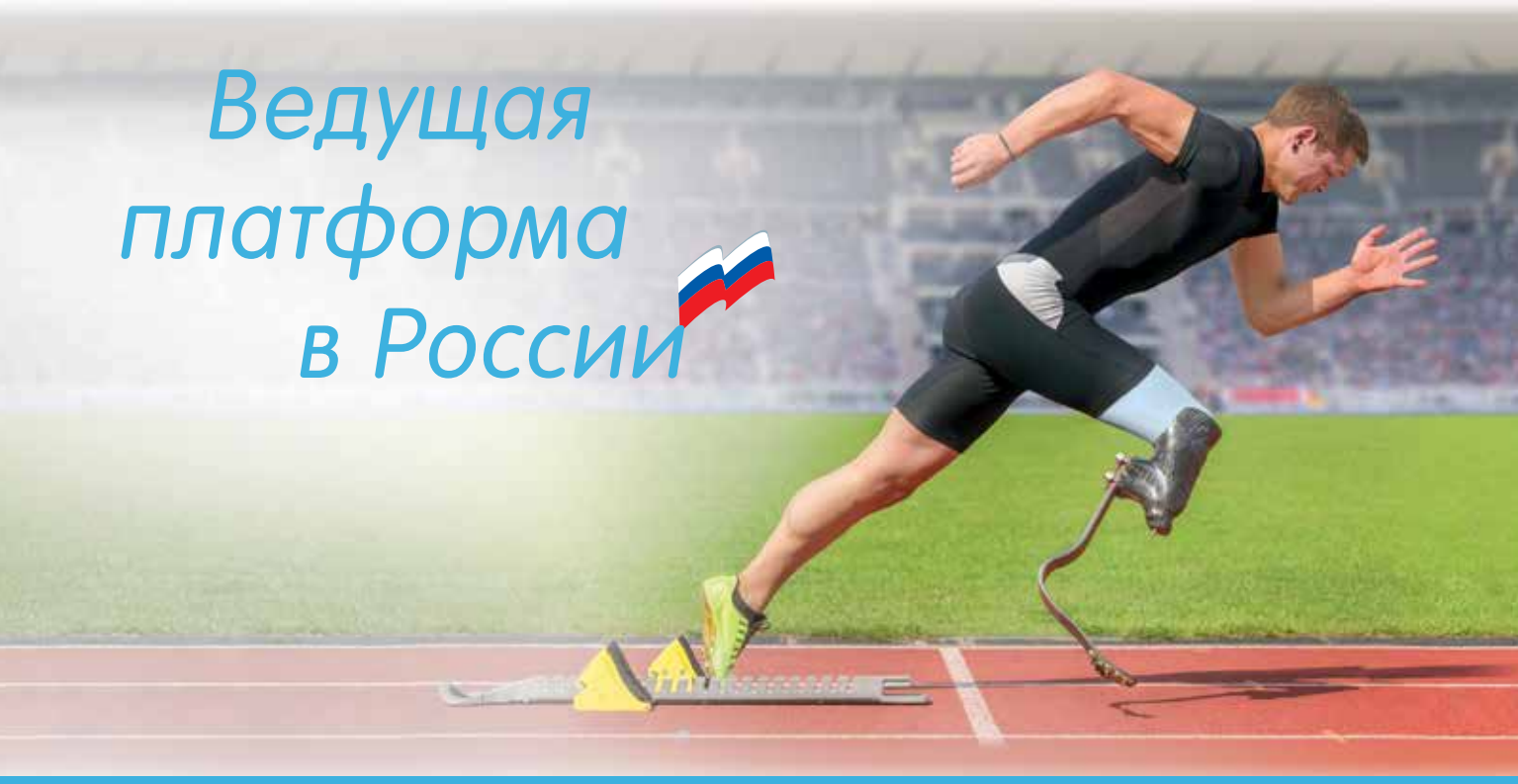
Сейчас в ветроэнергетике региона занято около 200 компаний, 2 705 турбин и 7 тысяч человек.

Начиная с 2014 года в мире ежегодно вводится более 50 ГВт ветровых электростанций. Для сравнения, такова установленная мощность всей российской гидроэнергетики. ■

◀ Ветровая турбина на испанском острове Гран Канария имеет высоту 154 м, лопасти длиной 62,5 м, установленную мощность 11,5 МВт и обеспечивает электричеством 11 тыс. жителей острова.

ИНТЕГРАЦИЯ'19

МОСКВА INTEGRATION.RU



7-я международная выставка реабилитационного оборудования и технологий

РФОРТ Российский форум по ортопедии и реабилитационной технике

2-й Российский форум по ортопедии и реабилитационной технике

19 – 21 ИЮНЯ 2019

ЦВК «Экспоцентр», Москва

integration.ru

РЕКЛАМА

ПАРТНЕРЫ:

ВОИ Всероссийское общество инвалидов

Всероссийское общество слепых

Abilympics Russia

MEDICAlliance

REHACARE International

OTWORLD Join the progress.

EXPOCENTRE International Exhibitions and Congresses Moscow

ОРГАНИЗАТОРЫ:

LEIPZIGER MESSE INTERNATIONAL

Messe Düsseldorf Moscow

Солнечный удар

Крупнейшая в России Григорьевская СЭС в Оренбургской области мощностью 105 МВт, объем инвестиций — 10 млрд рублей.

В ближайшие 5 лет мощность солнечных станций в мире возрастет в 2,6 раза, в России — в 7 раз

Кира Данилова

К 2019 году цена электричества, вырабатываемого солнечными электростанциями, во многих регионах мира, включая не самую солнечную Германию, стала сопоставимой со стоимостью энергии, поставляемой традиционными газовыми и угольными электростанциями.

Многие годы причиной бурного развития солнечной энергетики считались государственные субсидии. Теперь стало возможным говорить о конкурентоспособности солнечной энергетики без учета мер поддержки. Так, по имеющимся расчетам, в Саудовской Аравии энергия солнечной электростанции может обойтись дешевле, чем полученная на электростанциях традиционных.

За последние 10 лет стоимость киловатт-часа солнечной энергии сократилась в четыре-шесть раз.

Европейская ассоциация солнечной энергетики SolarPower Europe опубликовала прогноз развития мировой фотоэлектрической солнечной энергетики до 2023 года, согласно которому в течение пяти лет рост мировых мощностей позволит увеличить совокупную мощность СЭС в 2,6 раз.

В 2019 году прогнозный рост мировых мощностей составит от 85 до 165,4 ГВт — а зависит итоговый результат от того, прекратятся ли бюджетные вливания.

Так, в 2018 году, когда меры поддержки сохранялись в большинстве стран, годовая прибавка мощностей составила 102,4 ГВт.

В 2019 году Китай введет в эксплуатацию 43 ГВт — примерно столько же, сколько прибавил в 2018-м. В Европейском Союзе будет установлено около 20,4 ГВт новых солнечных мощностей — на 80% больше, чем 11,3 ГВт, полученные дополнительно в предыдущем году.

При сдержанном сценарии в 2020 году установленная мощность солнечных модулей увеличится на 144 ГВт (рост 12%). Затем — плюс 158 ГВт (10%) в 2021 году, плюс 169 ГВт (7%) в 2022 году, плюс 180 ГВт (6%) в 2023 году.

Совокупная мировая мощность СЭС составила 500 ГВт к 2019 году и достигнет 1,3 ТВт к концу 2023 года.

В этом случае совокупная установленная мощность фотоэлектрических систем в мире составит 900 ГВт к концу 2021 года, 1,1 ТВт в конце 2022 года и 1,3 ТВт к концу 2023 года.

С учетом того, что к концу 2018 года мировая установленная мощность солнечных батарей достигала 500 ГВт, за ближайшую пятилетку мощность вырастет больше, чем за все время существования индустрии.

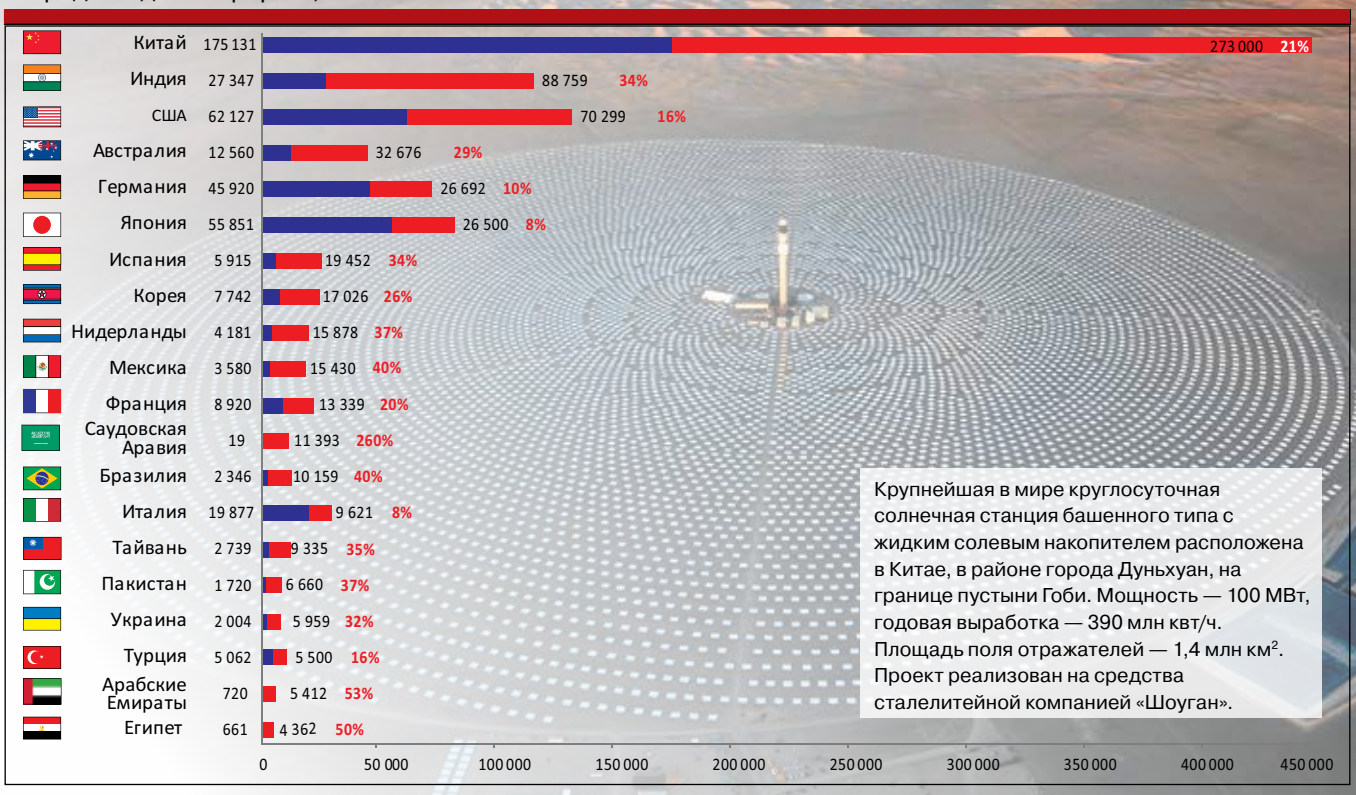
К концу пятилетней гонки, в 2023 году, из 1300 ГВт мирового объема 448 ГВт, то есть треть, придется на Китай.

Индия, которая планирует стать третьим по величине рынком в мире к концу 2023 года, может добавить 88,7 ГВт, что доведет установленную мощность в стране до 116 ГВт.

В США за пять лет будет добавлено 70 ГВт, что увеличит солнечные мощности до 132 ГВт. Япония — плюс 26,5 ГВт, до 82,3 ГВт, Германия — 26,7 ГВт до 72,6 ГВт, Испания — 19,4 ГВт до 25,3 ГВт, Голландия прибавит 15,8 ГВт.

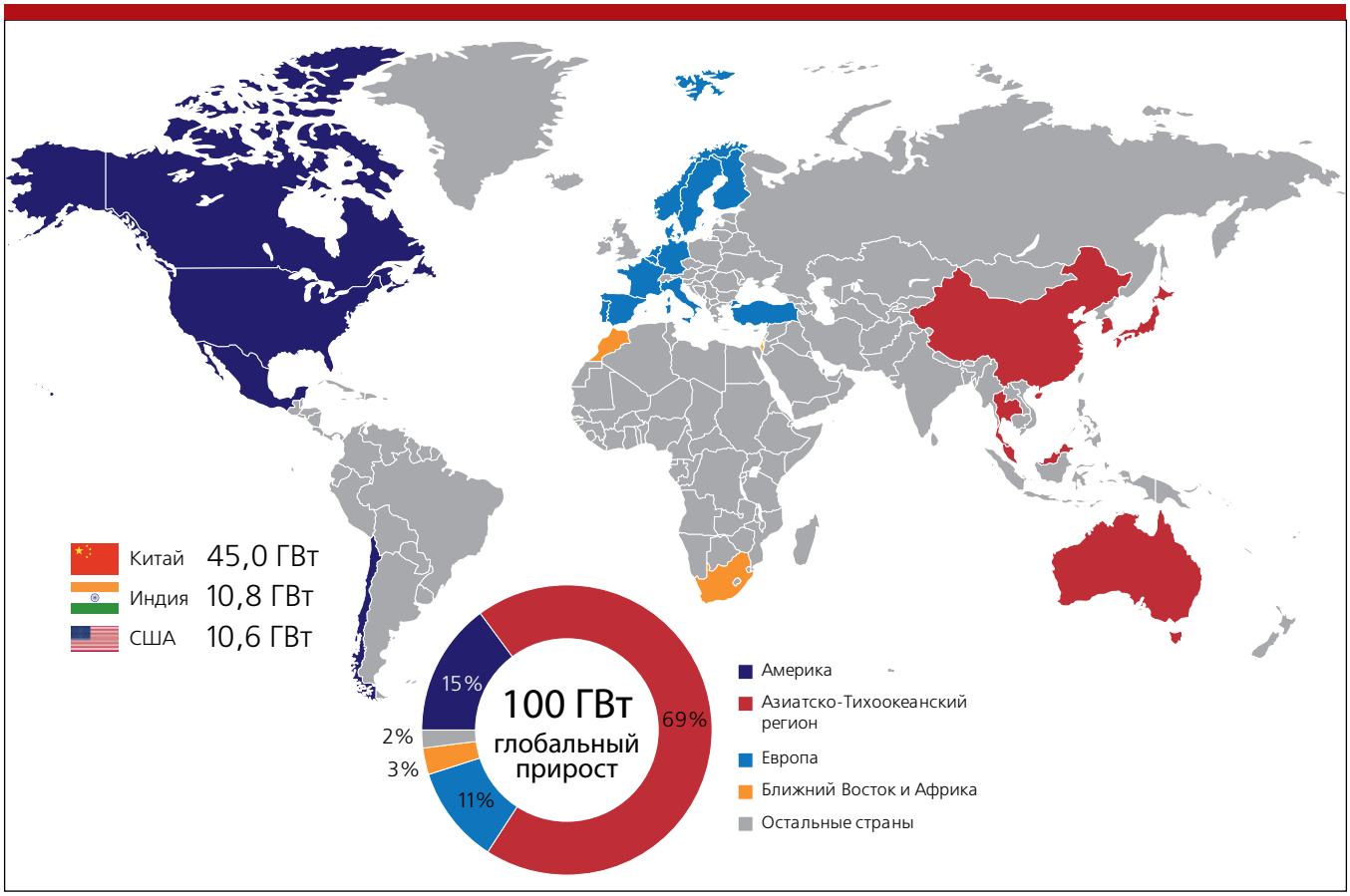
Активный рост инвестиций в солнечную энергетику в последние годы очевидным образом связан со

Диаграмма 1. Текущие мощности солнечных генераций, прогноз роста в предстоящие 5 лет, по странам, в МВт, и среднегодовой прирост, %.



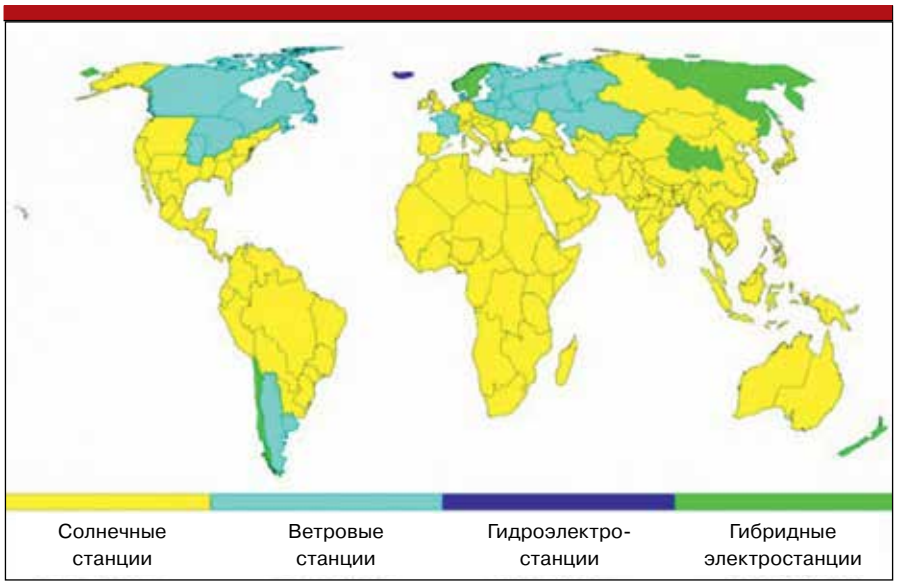
Крупнейшая в мире круглосуточная солнечная станция башенного типа с жидким солевым накопителем расположена в Китае, в районе города Дуньхуан, на границе пустыни Гоби. Мощность — 100 МВт, годовая выработка — 390 млн квт/ч. Площадь поля отражателей — 1,4 млн км^2. Проект реализован на средства сталелитейной компанией «Шоуган».

Схема 1. Новые солнечные мощности в 2018 году по континентам, ГВт.



Источник: Международное энергетическое агентство.

Схема 2. Преобладающие источники энергии в различных регионах мира, прогноз на 2050 год.



Источник: Международное энергетическое агентство.

стремительным падением стоимости солнечных панелей и ростом их эффективности, что приводит к снижению стоимости киловатт-часа электроэнергии. С 2009 года к настоящему времени средняя стоимость киловатт-часа производимой солнечными электростанциями электроэнергии сократилась на 75-85%, то есть в четыре-шесть раз.

Строительство российской СЭС мощностью 100 МВт обходится на 30–56% дороже американской СЭС идентичной мощности.

Трудные рекорды в пустыне

Так ли дешева окажется энергия из стран солнечного пояса планеты? Результаты нам еще только предстоит оценить в ближайшие годы.

Ранее солнечные источники энергии применялись главным образом в небольших проектах, поэтому скачки отпуска электроэнергии от них не влияли на устойчивость сети. Однако, когда вклад становится существенным, солнечные электростанции приходится дополнять системами накопления энергии, как это сделано в Марокко и планируется сделать в Саудовской Аравии. (Подробнее об этих проектах читайте в № 11 и № 12 / 2018 The Chemical Journal).

По некоторым данным, установка накопителей и поставка носителя для них увеличивает стоимость проекта в два раза.

Кроме того, высокие температуры снижают КПД солнечных батарей, а песок, постоянно покрывающий панели, необходимо счищать, что также повышает себестоимость киловатта. Наконец, страны Магриба и Ближнего Востока хотели бы полученную энергию экспортировать — а строительство протяженных электрических сетей к потребителям вне страны и потери при доставке энергии способны ухудшить экономические показатели более, чем ожидается.

Поэтому предполагаемая предельно низкая стоимость энергии в «солнечном поясе» планеты — показатель, требующий подтверждения практикой.

Наш климат

Но и в странах, климат которых несущественно отличается от российского, «солнечные» цены продолжают стремительно падать, продолжая пробивать уже не в первый раз установленную нижнюю границу цен.

Похоже, в самой ближайшей перспективе солнечные источники энергии станут экономически оправданными для большинства регионов мира.

Производители и технологии

К числу заметных производителей солнечных модулей в России можно отнести «Рязанский завод металлокерамических приборов», ПАО «Сатурн», «Телеком-СТМ» и «Солар Системс».

Крупнейшим продуцентом является новочебоксарский «Хевел» Виктора Вексельберга.

До 2017 года «Хевел» производил тонкопленочные микроморфные модули (на долю тонкопленочных модулей в мире приходится 7% продаж).

С 2017 года в качестве базовой используется собственная технология производства фотоэлементов Silicon Heterojunction Technology (Si-HJT) на основе монокристаллических пластин кремния (доля кремниевых модулей в мире — 93%).

Первоначально гетеропереходную технологию (HJT) производства солнечных батарей разработала компания Panasonic. А в 2010 году срок патентной защиты технологии истек, и к производству модулей по этой формуле приступили другие компании.

Эффективность батарей, произведенных по технологии HJT, в 2017 году достигала 26,6%.

В сравнении с PERC, другой популярной в мире технологией, — HJT требует гораздо меньшего количества технологических этапов и характеризуется относительно низкими затратами.

Компания «Хевел», переключившаяся на технологию HJT в 2017 году, достигла КПД ячейки модуля в 22%.

Первые успехи

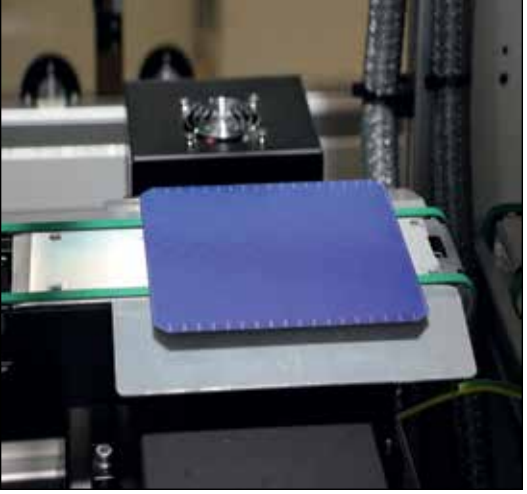
Большинство действующих солнечных электростанций в России также принадлежат компании «Хевел». В частности, Бурибаевская СЭС мощностью 10 МВт, Кош-Агачская СЭС мощностью 10 МВт и несколько других станций мощностью около 5 МВт.

Все СЭС монтируются из фотоэлектрических модулей новочебоксарского производства «Хевел».

В 2017 году солнечная генерация в России составляла 75,2 МВт, к 2024 году достигнет 1,5 ГВт.

После присоединения Крыма в 2014 году к российским мощностям прибавилось четыре работающие станции мощностью 227 МВт, а в 2015 году были пущены еще две СЭС мощностью 69,7 МВт и 110 МВт. Установленная мощность СЭС Крыма достигла 297 МВт.

В ноябре 2018 года компанией «Т Плюс» Виктора Вексельберга пущена крупнейшая в России Григорьевская СЭС мощностью 105 МВт, построенная в Оренбургской области в рамках



▲ В 2017 году на заводе компании «Хевел» в Новочебоксарске началось производство солнечных ячеек с использованием гетероструктурной технологии — нанесением на кремниевую пластину слоев аморфного кремния.

▲ Солнечная электростанция в Новокуйбышевске Самарской области мощностью 75 МВт, объем инвестиций — 9,4 млрд рублей.

федеральной программы по развитию возобновляемых источников энергии. Стоимость объекта превысила 10 млрд рублей.

В апреле 2019 года группа компаний «Хевел» сообщила, что до конца 2019 года построит в России СЭС мощностью 10 МВт в Бурзянском районе Башкирии. Инвестиции превысят 1 млрд рублей.

Ранее «Хевел» запустил в Башкирии три станции совокупной мощностью 44 МВт с суммарным объемом инвестиций в 5 млрд рублей.

В ближайшее время ожидается запуск солнечной мощности в 135 МВт с перспективами увеличения до 160 МВт и стоимостью 15 млрд рублей в Астраханской области.

К 2022 году «Хевел» планирует запустить четыре СЭС мощностью 100 МВт в Бурятии. Объем инвестиций составит при этом 10 млрд рублей.

В среднем, компания Виктора Вексельберга тратит 100 млн рублей на 1 МВт установленной мощности.

Для сравнения, установка мощностью 100 МВт в США обходится в 100 125 млн $, или 1-1,25 млн $ на 1 МВт установленной мощности.

Таким образом, российская СЭС обходится на 30-56% дороже американской (при курсе 64 руб./$).

В 2017 году суммарная мощность СЭС в России составляла 75,2 МВт, или 0,03 % от установленной мощности электростанций энергосистемы. По данным Минэнерго РФ, к 2024 году совокупная установленная мощность СЭС в России достигнет 1,5 ГВт.

Ключевой драйвер роста данного рынка – государственная поддержка. ■

▲ В 2018 годе в Бурятии в коневодческом хозяйстве Тулкимбека Эрматова заработала экспериментальная гибридная электростанция мощностью 10 кВт и стоимостью 1 млн руб. Гибридная установка состоит из 6 солнечных модулей, аккумуляторной батареи емкостью 9,6 кВт/ч, дизельного электрогенератора и инвертора.

Химия солнечного кремния

70% поликристаллического кремния в мире производятся из трихлорсилана («Сименс-процесс»), реже используются тетрахлорсилан и моносилан.
Другим компонентом при синтезе трихлорсилана является хлористый водород, синтез которого осуществляется из хлора и водорода, получаемых электролизом поваренной соли. Таким образом, для производства поликристаллического кремния используются наиболее широко распространенные природные ресурсы: кремний в виде песка, кварца, содержание которых в природе уступает только кислороду, и поваренная соль, запасы которой также неисчерпаемы.
Принципиально схема производства выглядит следующим образом: металлургический кремний выплавляется из кремнезема (кварца) в дуговой печи при температуре 1800°С. После обработки сухим хлористым водородом, под давлением, в реакторах кипящего слоя металлургический кремний превращается в трихлорсилан. Выход трихлорсилана при современных технологиях превышает 90%. Затем из ТХС осаждением на специальных стержнях получают чистый кремний. Кристаллы чистого поликристаллического кремния разрезают на тончайшие пластины (веферы), из которых в дальнейшем собирают модули солнечных батарей.