

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

В 2019 году прогнозируемый 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 Европей-

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,

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

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.

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.

ском Союзе будет установлено около 20,4 ГВт новых солнечных мощностей — на 80% больше, чем 11,3 ГВт, полученных дополнительно в предыдущем году.

При сдержанном сценарии в 2020 году установленная мощность солнеч-

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

ных 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.

В этом случае совокупная установленная мощность фотоэлектрических

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, %.



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

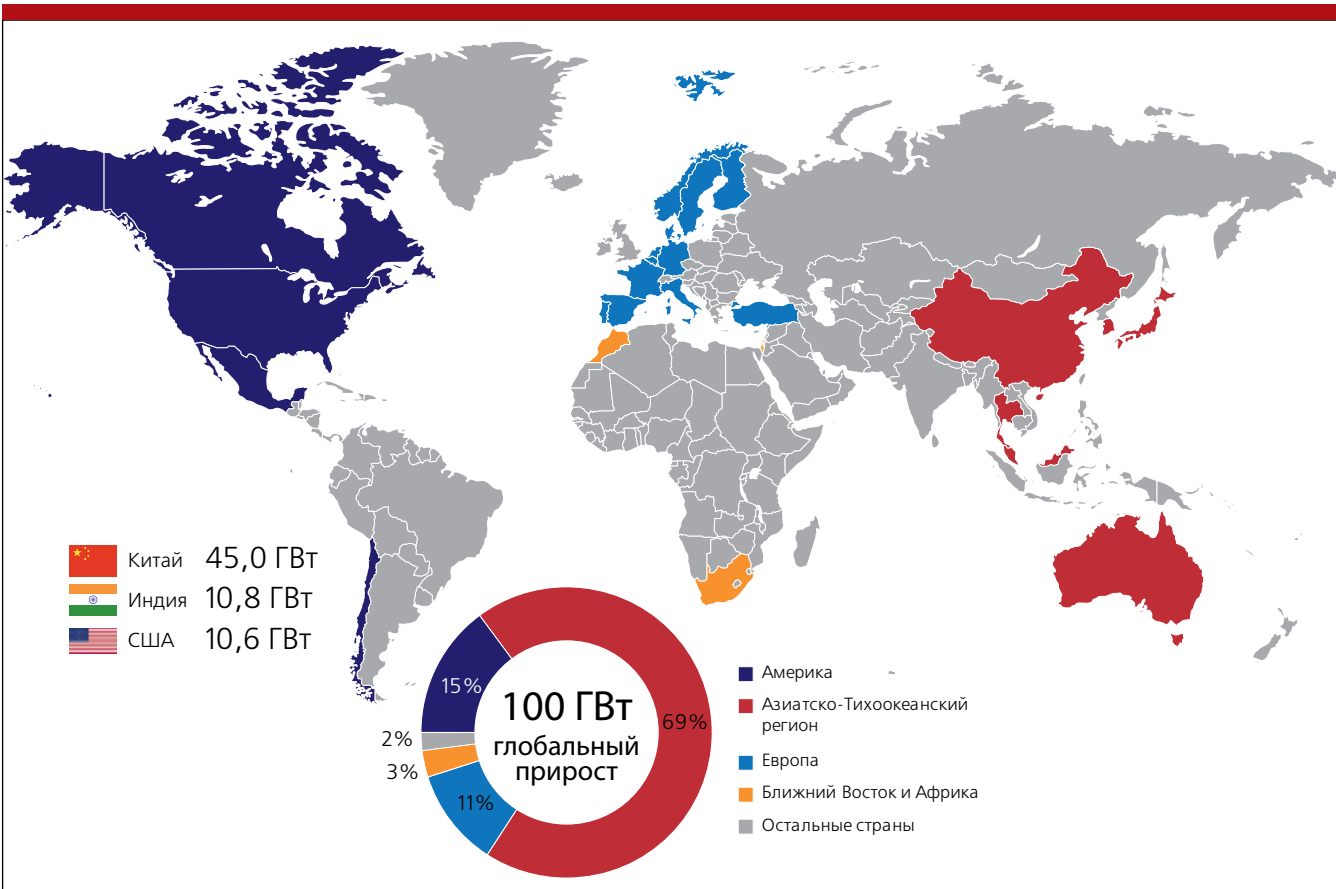
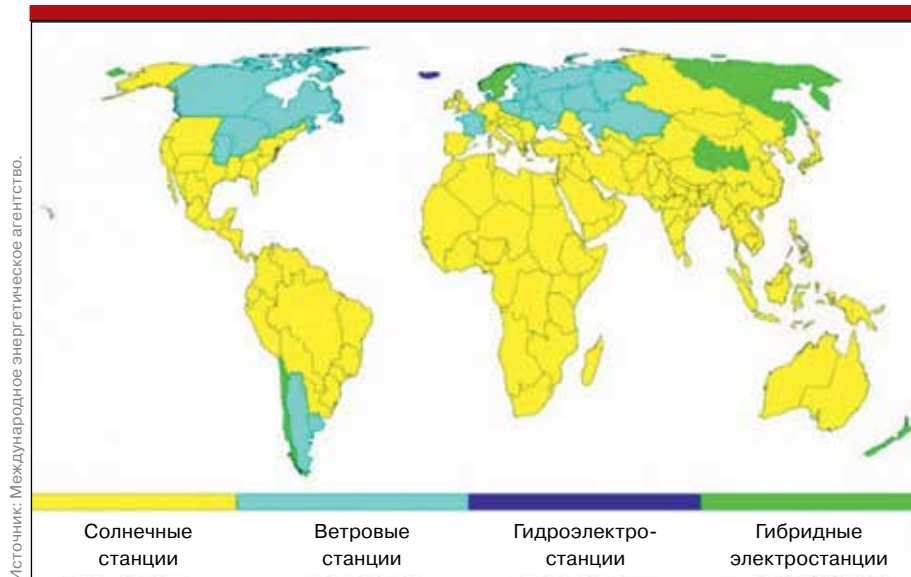


Схема 2. Преобладающие источники энергии в различных регионах мира, прогноз на 2050 год.



стремительным падением стоимости солнечных панелей и ростом их эффективности, что приводит к снижению

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

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.

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 энер-

гию 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 существенно отличается от российского, «солнечные» цены продолжают стремительно падать, продолжая проби-

вать 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 производителем 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

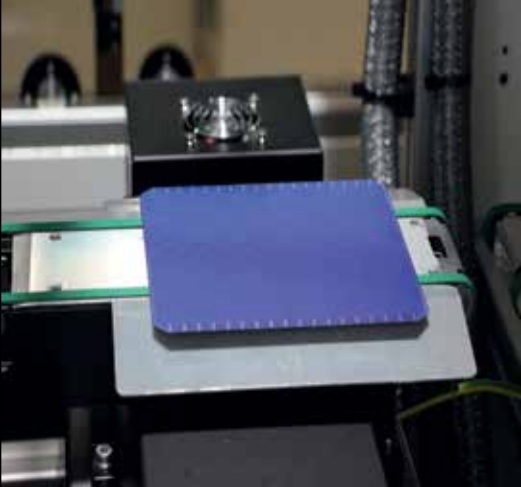
Большинство действующих солнечных электростанций в России также принадлежат компании «Хевел». В частности, Бурибаевская СЭС мощностью 10 МВт, Кош-Агачская СЭС мощностью 10 МВт и несколько других станций мощностью около 5 МВт.

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 работающих 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.

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. ■



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



▲ В 2018 году 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 производится 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°C. 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.