

Подъем солнечной энергетики в Китае и Японии

© 2019

В.В. Акимова, И.С. Тихоцкая

Солнечная энергетика, основанная на достижениях современной фотовольтаики, стала в начале XXI в. важным фактором развития мирового топливно-энергетического комплекса. В статье анализируются современное состояние солнечной энергетики, основные направления и перспективы ее дальнейшего развития на примере Китая и Японии, мировых лидеров в данной сфере. Отмечается, что такие факторы, как неисчерпаемость и экологичность, высокий инновационный потенциал и поступательное снижение себестоимости, способствуют росту инвестиционной привлекательности солнечной энергетики в этих странах.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечные электростанции (СЭС), фотовольтаика, «дрейф на восток», Япония, Китай.

DOI: 10.31857/S013128120005300-1

Если первоначально в солнечной энергетике мира доминировали Европа и США, то сейчас в ее развитии четко прослеживается дрейф на восток¹. На протяжении последнего десятилетия сформировался новый полюс развития этой отрасли — азиатский. Именно Китай и Япония сейчас во многом определяют мировые тенденции развития и солнечной энергетики как таковой, и производства комплектующих изделий для нее.

Солнечная энергетика в Китае

В становлении китайской солнечной энергетики можно выделить два этапа. Первый, «производственный», протекал с 2000 по 2011 г., после чего наступил второй, «интеграционный» этап, продолжающийся по сей день.

На первом этапе в КНР преимущественно производились все компоненты солнечных установок: от поликремния до монтажных конструкций (продукция предназначалась для продажи в Европу и США, внутренний рынок практически отсутствовал, запуск отдельных солнечных электростанций носил спорадический характер). Но при этом в Китае сформировались научная и материальная базы, позволившие ему совершить в последующие годы истинный «солнечный прорыв».

2011 год стал поворотным для данной сферы: начались рост внутреннего рынка, наращивание собственных мощностей солнечной энергетики (с последующим подключением к энергосетям). Именно в 2011 г. страна преодолела отметку в 1 гВт установленных мощностей, что есть пороговое значение (критерий, чтобы считаться страной с развитой солнечной энергетикой). Тогда в провинции Цинхай было завершено строительст-

Акимова Варвара Владимировна, кандидат географических наук, научный сотрудник кафедры социально-экономической географии зарубежных стран географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. E-mail: varvaraakimova1576@gmail.com;

Тихоцкая Ирина Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры социально-экономической географии зарубежных стран географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. E-mail: iritiro@gmail.com.

во крупнейшей в КНР фотовольтаической электростанции *Golmund Solar Park* мощностью 200 МВт². Три года спустя мощность этой солнечной электростанции (СЭС) возросла до 500 МВт.

Стоит отметить, что данный поворот был спровоцирован рецидивом перепроизводства. Дело в том, что в 2011 г. китайские производящие компании столкнулись с падением спроса: по оценкам аналитиков *Citigroup*, конвейеры по сборке солнечных модулей в континентальном Китае и на Тайване оказались загруженными лишь на 50–80%³. Правительство КНР тогда нашло выход из затруднительного положения по принципу «клин — клином»: искусственно генерировало спрос на «пропашую», казалось бы, продукцию внутри страны, частично субсидировав стоимость солнечных модулей для конечных пользователей. В результате фотовольтаическая установка явилась выгодным приобретением, и, как следствие, установленные мощности также увеличились.

Плюс к тому правительство предоставляло производителям льготные кредиты, позволяя избежать банкротства. Местные органы власти и муниципалитеты также напрямую поддерживали компании этого производственного сектора, внезапно ставшего проблемным. Наличие мощной материальной базы, созданной на предыдущем этапе, позволило китайским производителям существенно снизить расходы и конечную стоимость солнечных модулей.

Благодаря всему этому, начиная с 2011 г., суммарные «солнечные» энергомощности в Китае увеличились в 13 раз. В 2012 г., после запуска 5 гВт мощностей, Китай вышел на 3-е место в мире с показателем в 8,3 гВт суммарной мощности солнечной энергетики, уступая только тогдашним ее лидерам — Германии и Италии. Так КНР вступила в период «солнечного бума»: с 2012 г. она ежегодно удваивает мощности своей солнечной энергетики (9,7 гВт в 2013 г., 10,4 — в 2014, 15,1 — в 2015, 34,5 — в 2016, 52,8 — в 2017 г. (рис. 1)⁴.

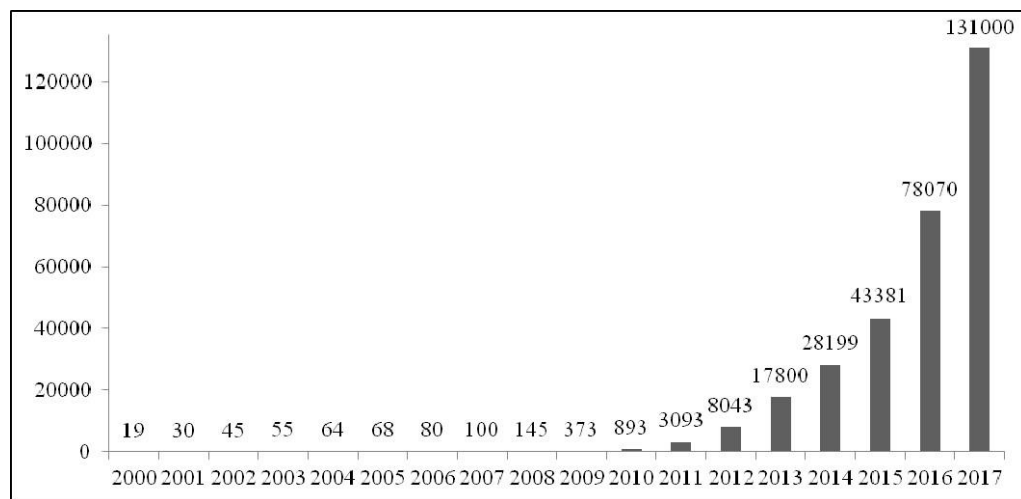


Рис. 1. Суммарные установленные мощности в Китае (МВт, 2000–2017 гг.)

Составлено по: *Renewables Global Status Report 2013, 201, 2015, 2016, 2017*.

Интересы экологии

На данном этапе развитие китайской солнечной энергетики идет в соответствии с 13-м пятилетним планом социально-экономического развития КНР, по которому ей надлежит утроить (к 2020 г.) мощности своей солнечной энергетики, ежегодно вводя от 15 до 20 гВт.

Основная цель столь мощного роста — сокращение объемов выбросов парниковых газов в соответствии с Парижским соглашением по климату. Кроме того, правитель-

ство изыскивает пути снижения зависимости от угледобычи и, как следствие, предотвращения экологической катастрофы, проявляющейся в загрязнении атмосферы в таких крупных мегаполисах, как Шанхай и Пекин.

2016 год был отмечен первыми результатами правительственного решения: импорт и добыча угля, а также угольная и газовая электрогенерация снизились, а планы по строительству более чем 100 гВт угольных мощностей по всей стране были заморожены⁵. Был прописан и порядок ускоренного вывода из эксплуатации старых тепловых электростанций, работающих на угле. Районам, где все еще наблюдается рост спроса на электроэнергию, было предложено наращивать мощности солнечной или ветровой энергетики, а также строить новые линии электропередач для импорта электроэнергии из районов с избыточной мощностью⁶, что сулит в будущем разрешить ситуацию с неиспользованием солнечных мощностей.

Успехи в развитии солнечной энергетики ознаменовались тем, что в 2016 г. выработка солнечных станций превысила 1% всей потребляемой в Китае электроэнергии, будучи выведена в структуре энергопроизводства в отдельную графу (в 2017 г. этот показатель составил уже 1,8%).

Географические особенности солнечной энергетики в КНР

Для размещения объектов фотовольтаики в Китае характерны четко выраженные региональными контрасты. Основных полюсов развития здесь два:

- ***Северо-Западный***, на который приходится более 50% установленных мощностей (включает провинции Ганьсу, Цинхай, Синьцзян-Уйгурский АР, Нинся-Хуэйский АР и западную часть АР Внутренняя Монголия);

- ***Восточно-Тихоокеанский*** с ярко выраженным ядром в провинции Цзянсу (около 25% установленных мощностей) (рис. 2).

Доминирование в суммарных установленных мощностях фотовольтаики Северо-Западного полюса развития объясняется причинами природного характера. По территории данных субъектов проходит ось континентальности, здесь господствует Азиатский антициклон, а влияние океана практически не прослеживается. То есть в данных регионах значительное число солнечных и безоблачных дней обеспечивает максимальное количество часов загрузки солнечных установок. Зоны пустынь и полупустынь, которые также сформировались здесь вследствие континентальности климата, обеспечивают солнечную энергетику песчаным субстратом, притягивающим к себе наибольшее количество радиации, в том числе отраженной.

Провинцию Цинхай можно по праву назвать «локомотивом» развития солнечной энергетики. Бурное развитие отрасли именно в этом регионе объясняется наличием Цайдамской котловины, которая отличается высоким уровнем солнечной радиации. Среднегодовые промежутки солнечного сияния превышают здесь 3100 часов. Согласно результатам исследования, проведенного Научно-техническим отделом администрации Цинхая, по комплексным условиям, необходимым для развития сверхмощных фотоэлектрических модулей, Цайдамская котловина — на 1-м месте среди всех районов КНР. Наряду с солнечной энергетикой промышленного масштаба, в Цинхае успешно реализуется программа обеспечения электричеством сельских районов. С использованием госбюджетных средств там за три года соорудили 112 гелиоэлектростанций, обеспечив электроэнергией 50 тыс. сельских жителей. Таким образом, в этой провинции уже все сельские районы охвачены электроснабжением⁷.

Провинция Цинхай первой начала осваивать технологии подачи в сеть электроэнергии, вырабатываемой на СЭС. Почин состоялся в октябре 2010 г. — в Цайдаме заработала первая группа фотоэлементов. Таким образом, Цайдамская котловина стала одним из крупнейших кластеров солнечной энергетики. В пределах региона реализуются и новые венчурные проекты, в том числе создание гибридных электростанций, что может решить проблему зависимости от природных условий и обеспечения круглосуточной

выработки электроэнергии. Так, в 2014 г. была запущена крупнейшая электростанция на возобновляемых источниках, *Longyangxia Solar PV—hydro* гибрид, мощностью 850 МВт, соединившая в себе технологии СЭС и ГЭС. Такое сочетание представляет собой наиболее эффективный путь решения ряда проблем энергоснабжения: СЭС работают в базовом режиме, а нехватка электроэнергии в облачную погоду или в ночные часы компенсируют ГЭС.

Акцент на крупные проекты наблюдается и в шестом по суммарным мощностям регионе — Нинся-Хуэйском АР, где строится крупнейшая в мире СЭС (плановая установленная мощность: 2 гВт). Для сравнения: мощность крупных угольных и газовых ТЭС обычно не превышает 1 гВт. Налицо абсолютный рекорд для объектов солнечной генерации. Площадь этой СЭС превысит 4,5 тыс. га, на которых будет размещено примерно 6 млн фотоэлектрических модулей. Данная СЭС обладает дуальной функцией: наряду с производством электроэнергии — создание тени (и как следствие уменьшение испарения) для выращивания сельхозкультур на земле, которая в этом районе, как правило, безжизненна из-за повышенной сухости и запыленности. Помимо прочего, реализация этого проекта позволит создать 2000 рабочих мест, что соответствует 12% населения близлежащего города Гаошао.



Рис. 2. Фотовольтаическая солнечная энергетика в Китае (2017 г.)

Составлено В. Акимовой по данным Международного энергетического агентства и Международного агентства по возобновляемой энергетике.

Указанные регионы наиболее оптимального размещения солнечных электростанций не совпадают с главными внутренними рынками потребления электроэнергии, поэтому в них целесообразно развивать солнечную энергетику, подсоединенную к сети (в промышленных масштабах). Однако высокие темпы роста отрасли в последние годы привели к тому, что национальные энергосети не справляются с потоком столь внушительного объема солнечной электроэнергии. Как было установлено в 2015 г., в пров. Ганьсу простаива-

ла 1/3 фотовольтаических мощностей, в Нинся-Хуэйском АР — свыше 1/4. Впрочем, в долгосрочной перспективе эта проблема будет технологически решаемой.

Провинции, не имеющие в своем распоряжении обширных пустынных территорий, избрали другую стратегию размещения объектов промышленной солнечной энергетики. Они конвертируют под строительство СЭС зольные поля и участки бывших угольных электростанций. Например, так было сделано в Байчэне (пров. Цзилинь) или Шэнтоу (пров. Шаньдун). В пров. Юньнань вследствие преимущественно гористого рельефа СЭС располагаются на удаленных склонах холмов (например, на территории «каменного леса» Шилинь), тогда как в прибрежных провинциях, в том числе Цзянсу, для размещения солнечных проектов используются прибрежные отмели (например, в Шэян)⁸.

Формирование Восточно-Тихоокеанского «солнечного» кластера с центром в Цзянсу связано, в первую очередь, с наличием потребителей, поскольку это одна из экономически развитых провинций Китая (при том лишенная значительных запасов энергоресурсов).

География производства компонентов и оборудования для солнечной энергетики в Китае, в отличие от территорий размещения СЭС, более обширная. Так, кремний «солнечного качества» производят в Пекине, Тяньцзине, провинциях Хэбэй, Хэнань и Сычуань, солнечные модули собирают в пров. Цзянсу, сопутствующее оборудование (инверторы, аккумуляторы и т.д.) — в Гуандуне, а все компании по установке и монтажу фотовольтаических установок располагаются чаще всего в Цинхэе. К западу от Ланьчжоу производственные предприятия в этой сфере полностью отсутствуют.

Иными словами, несмотря на абсолютное лидерство провинций Ганьсу и Цинхай в суммарных установленных мощностях, производственная база в них отсутствует, так как условий для ее развития нет, и, прежде всего, нет специализированных центров НИОКР. Это связано с тем, что, например, в пров. Цинхай находится лишь 3 университета (причем с программой бакалавриата). Большая часть предприятий по производству оборудования и комплектующих для фотовольтаики сконцентрирована в кластерах Шанхая и Великой Китайской равнины. На юге страны размещение промышленного производства носит спорадический характер.

Такие региональные контрасты во многом порождены развитием кооперационных связей с Южной Кореей и Японией, которые ориентированы на инновационный Шанхай, а уже потом на остальную территорию страны.

В результате отличительной чертой развития солнечной энергетики в Китае является заметный перекося в сторону сектора промышленной фотовольтаики, подсоединенной к энергосети, в отдельных же труднодоступных районах, не подсоединенных к энергосети, получили развитие также и индивидуальные солнечные установки.

В этом плане наиболее перспективным регионом для развития солнечной энергетики является Тибетский АР, испытывающий недостаток в таких энергоресурсах, как нефть и уголь.

Тибет лидирует в Китае по объему ресурсов солнечной энергии. В большинстве его районов длительность инсоляции превышает 3000 часов в год, а годовая мощность солнечного излучения — 1670–2200 кВт/ч на м². Благодаря государственной поддержке солнечная энергия используется для освещения и отопления, в сферах телекоммуникаций, радиотрансляций, телевидения и т.д. В тибетских поселках и деревнях установка оборудования и осветительных приборов, работающих на солнечной энергии, обеспечила 90% скотоводов электричеством и существенно повысила уровень жизни населения⁹. Использование в регионе солнечных модулей обходится дешевле, чем создание необходимой инфраструктуры и подсоединения к национальным энергосетям.

Таким образом, напрашивается вывод, что солнечная энергетика будет развиваться в упомянутых выше районах с высоким уровнем солнечной радиации (Ганьсу, Цинхай, Внутренняя Монголия, Нинся-Хуэйский и Тибетский АР). При этом всюду на их

территориях планируется создать полную цепочку фотовольтаики, от производства кремния до инсталляционных компаний, тем самым образуя «солнечные долины» — инновационные кластеры со своими лабораториями и НИИ. Это в свою очередь позволит сгладить региональные диспропорции в стране. Одновременно СЭС появляются и за пределами солнечнообеспеченного пояса Китая: в провинциях Цзянсу, Шаньдун, что обусловлено (как мы уже констатировали) наличием спроса и необходимостью решения проблем, вызванных использованием традиционных энергоресурсов в крупных городах и центрах экономической активности.

Солнечная энергетика в Японии

Япония — страна, в экономике которой всегда большую роль играло государство, и именно эта страна первой в мире стала развивать солнечную энергетику на законодательном уровне. Принятие в 1994 г. Министерством промышленности и внешней торговли Программы субсидирования индивидуальных солнечных установок заметно стимулировало рост интереса к таковым¹⁰. А спустя 9 лет, в 2003 г., в стране были введены стандарты портфеля возобновляемой энергии, что повлекло удвоение производства электроэнергии посредством возобновляемых источников. Хотя их доля была еще низка (не более 2–3%), солнечная энергетика обрела новые импульсы к наращиванию мощностей, и уже через год, в 2004, Япония превратилась в самый мощный солнечный электрогенератор, первой в мире (и на 7 лет раньше Китая) достигнув суммарно 1 гВт солнечных мощностей¹¹.

В середине 2000-х годов развитие солнечной энергетики в Японии на некоторое время относительно замедлилось (рис. 3), что отчасти объясняется принятием в 2002 г. новой энергетической программы, нацеленной на дальнейшее наращивание мощностей атомной энергетики (эквивалентное 17,5 гВт) с перспективой повышения ее доли в энергетическом балансе страны с 30% в 2011 г. до 60% к 2100 г.¹²

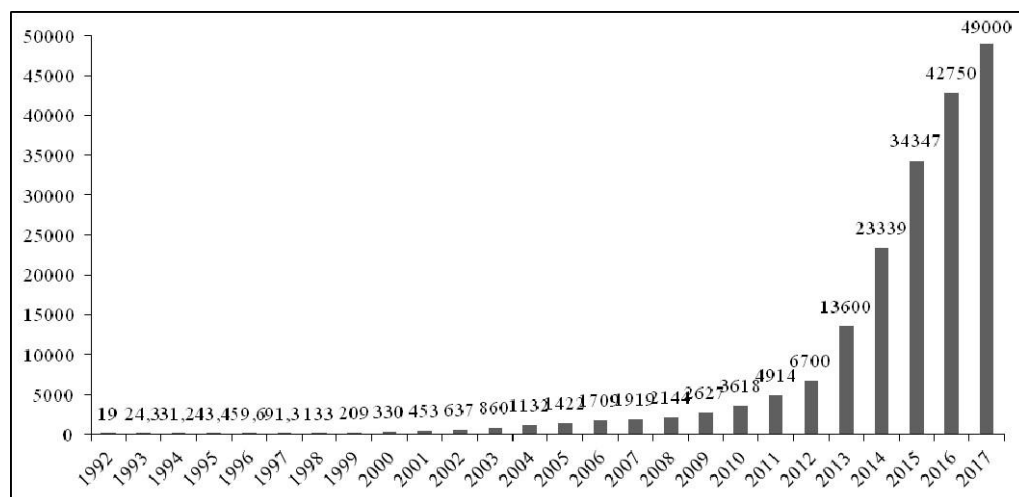


Рис. 3. Динамика развития фотовольтаики в Японии (МВт, 1992–2017 гг.)

Составлено по: *Renewables Global Status Report 2013, 201, 2015, 2016, 2017.*

Тем не менее раннее появление фотовольтаического рынка в Японии заметно повлияло на развитие высокотехнологических направлений ее промышленности, включая производство фотоэлементов и солнечных модулей. Компании, получившие выигрыш от государственных преференций на первом этапе, поныне лидируют в развитии фотовольтаики — это *Sharp, Sanyo, Kyocera*, которые также являются одними из мировых ли-

дерев в производстве солнечных батарей, внедрении инноваций в этой области. Помимо этих трех промышленных гигантов, активную деятельность в области солнечной энергетики осуществляют такие компании, как *Mitsubishi Electric (MELCO)*, *Kaneka*, *Fuji Electric*, *Honda Soltec (Honda Motor Group)*, *Clean Venture 21*, *PVG Solutions*, *Hi-energy* и *Choshu Industry*.

Следующий толчок развитию отрасли был дан после введения в 2009 г. системы закупки избыточной электроэнергии по фиксированным ценам, корректируемым ежегодно. Это привело к быстрому росту распространения индивидуальных фотовольтаических установок, значительное преобладание которых (в 2011 г. — 80% солнечных мощностей) стало отличительной чертой солнечной энергетики Японии, задавшей целью превратить фотовольтаические системы в «домашний электроприбор».

После аварии на АЭС «Фукусима-1» (2011 г.), повлекшей за собой закрытие всех атомных электростанций в стране, развитие солнечной энергетики стало условием энергетического выживания Японии. В результате радикальные изменения произошли в энергетической стратегии страны: вместо прежней ориентации на широкое использование ядерных реакторов для увеличения степени самообеспеченности энергоносителями повысился интерес к солнечной энергетике, который стимулировался правительством. С этой целью был введен беспрецедентно высокий тариф на закупку электроэнергии, вырабатываемой на солнечных установках: 42 иены за кВт/ч, что в течение одного только года повлекло удвоение доли солнечной энергетики в суммарных генерирующих энергомощностях — до 5%¹³.

По масштабам введения новых солнечноэнергетических мощностей в 2013 и 2014 г. Япония уступала только Китаю и в итоге вышла на 3-е место в мире по объемам установленных мощностей (23 гВт) после Германии (38,2 гВт) и Китая (28,2 гВт). В 2015 г. были введены рекордные для страны 11 гВт. В 2016 г. прирост новых мощностей несколько замедлился (все равно будучи значительным — 8,6 гВт), и Япония вышла на 2-е место в мире, обогнав Германию. В 2017 г. было введено 7 гВт, и суммарные установленные мощности солнечной энергетики в стране превысили 49 гВт, что позволило обеспечивать около 6% потребностей Японии в электроэнергии¹⁴.

2017 год ознаменовался в мировой солнечной энергетике значительными переменами: Японию превзошли США, достигнувшие 51 гВт, вследствие того, что ввели в действие в 1,5 раза больше новых мощностей благодаря снижению цен на солнечную энергию на 85% по сравнению с 2009 г.¹⁵ Спад, произошедший в Японии, связан с тем, что стоимость установки солнечных батарей и производства электроэнергии здесь выше, чем в других странах (по сравнению с Европой — вдвое). С целью облегчить бремя потребителей правительство решило снизить «зеленые» тарифы, что, естественно, меняет рентабельность проектов. В 2018 г. в отрасли обанкротилось 95 (больше чем за все время развития солнечной энергетики) компаний, в основном занятых разработкой проектов и торговлей электроэнергией.

На начало 2019 г. не введено в действие около 23% общих мощностей, одобренных еще в 2012 г., 49% — от 2013 г. и 59% — от 2014 г. Таким образом, доля нереализованных проектов выросла¹⁶. Проблему представляют трудности подключения к сети, отсутствие свободных земель. Поэтому и в среднесрочной перспективе ожидается спад в этой отрасли, хотя за 2018–2020 гг., по оценке рейтингового агентства Fitch, будет введено еще 17 гВт¹⁷, и общие установленные мощности приблизятся к 70 гВт.

Тем не менее, как заявлено в новом Базовом энергетическом плане страны (июль 2018 г.), Япония намерена к 2030 г. увеличить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе до 22–24%¹⁸ и на 80% — за счет ввода новых солнечноэнергетических мощностей¹⁹. Она, несомненно, останется одним из лидеров мирового «солнечного клуба».

С этой целью японское правительство намерено содействовать инновационным исследованиям и разработкам в данной отрасли, а также уменьшению стоимости солнеч-

ной энергии посредством проведения аукционов, способствующих повышению конкуренции и снижению средне- и долгосрочных закупочных цен в условиях постепенного снижения «зеленых» тарифов²⁰. Министерство экономики, торговли и промышленности Японии намерено в 2022–2024 фин. г. снизить закупочную цену солнечной энергии, производимой компаниями, до 8,5 иен за кВт против 18 иен — в 2018 фин. г., а домохозяйствами — до 11 против 26 иен в 2015–2017 фин. г., что сблизит эти тарифы с существующими в странах Европы²¹.

Аукционная система для солнечных парков мощностью более 2 тыс. кВт уже была введена в 2017/18 фин. г. и возлагавшихся на нее надежд пока не оправдала. При этом для новых проектов меньшей мощности действие «зеленых» тарифов и закупка энергии по фиксированным ценам сохраняются²². Большая роль отводится местным властям: правительство намерено поддерживать всестороннее использование потенциальных возможностей регионов, разрешая, в частности, строительство станций на заброшенных сельхозугодиях, а также популяризировать реализацию мелкомасштабных проектов на пустующих землях, крышах школ, заводов и пр., предоставляя льготы для индивидуальных пользователей накопительных батарей. В сотрудничестве с региональными властями правительство предполагает уже сейчас изыскивать пути решения проблемы утилизации солнечных батарей.

Умение решать проблемы комплексно, в условиях нехватки земли, пригодной для хозяйственного освоения, и прагматизм японцев способствовали и росту после Фукусимы популярности «земных» проектов — так называемых *solar sharing*, когда солнечная энергия используется и для производства энергии, и для выращивания урожая. По расчетам японских ученых, при условии использования этого метода на 20% культивируемых в стране земель потребности Японии в электроэнергии в 2014 г. были бы покрыты более чем наполовину, тогда как гипотетическая выработка атомной энергии обеспечила бы немногим более четверти²³.

В 2018 г. в Японии появилось первое офисное здание, функционирующее полностью за счет солнечной энергии. Двухэтажное здание отделения компании «Дайва хаусу гуруппу» в префектуре Сага общей площадью 2400 кв. м демонстрирует пример экологичного офисного здания, которое она может построить и для других компаний. Производимое на крыше электричество аккумулируется в литиево-ионных батареях, что позволяет использовать его и ночью. В здании, естественно, используется и энергосберегающее оборудование. В итоге общая экономия на электроэнергии составляет около 6 млн иен в год. В случае плохой погоды на протяжении продолжительного времени и невозможности выработки энергии в здании электроснабжение может осуществляться за счет приобретения энергии у местной электроэнергетической компании.

В стремлении представить Токио в качестве «экологичного города» в преддверии Олимпийских и Параолимпийских игр 2020 года столичные власти планируют создать и «солнечные дороги», которые будут аккумулировать энергию солнца в специальные солнечные панели, вмонтированные в дорожное покрытие. Такая дорога уже появилась в мае 2018 г. на автостоянке минимаркета Seven-Eleven в городе Сагамихара, преф. Канагава. Ее производительность чуть более 16 тыс. кВт/ч электроэнергии в год, что покрывает 9% энергопотребления в магазине²⁴.

Географические особенности солнечной энергетики Японии

Начальный перекося в сторону индивидуальной, в том числе «накрышной», солнечной энергетики в стране объяснялся трудностями размещения СЭС промышленного масштаба из-за дефицита больших свободных равнинных площадей (около 13% территории Японии приходится на равнины, остальную часть занимают горные массивы). В связи с этим география ее солнечной энергетики весьма обширна. Индивидуальные солнечные установки представлены практически во всех 47 префектурах, причем в более чем

половине из них в общей структуре потребления возобновляемых энергетических источников доминирует солнечная энергетика.

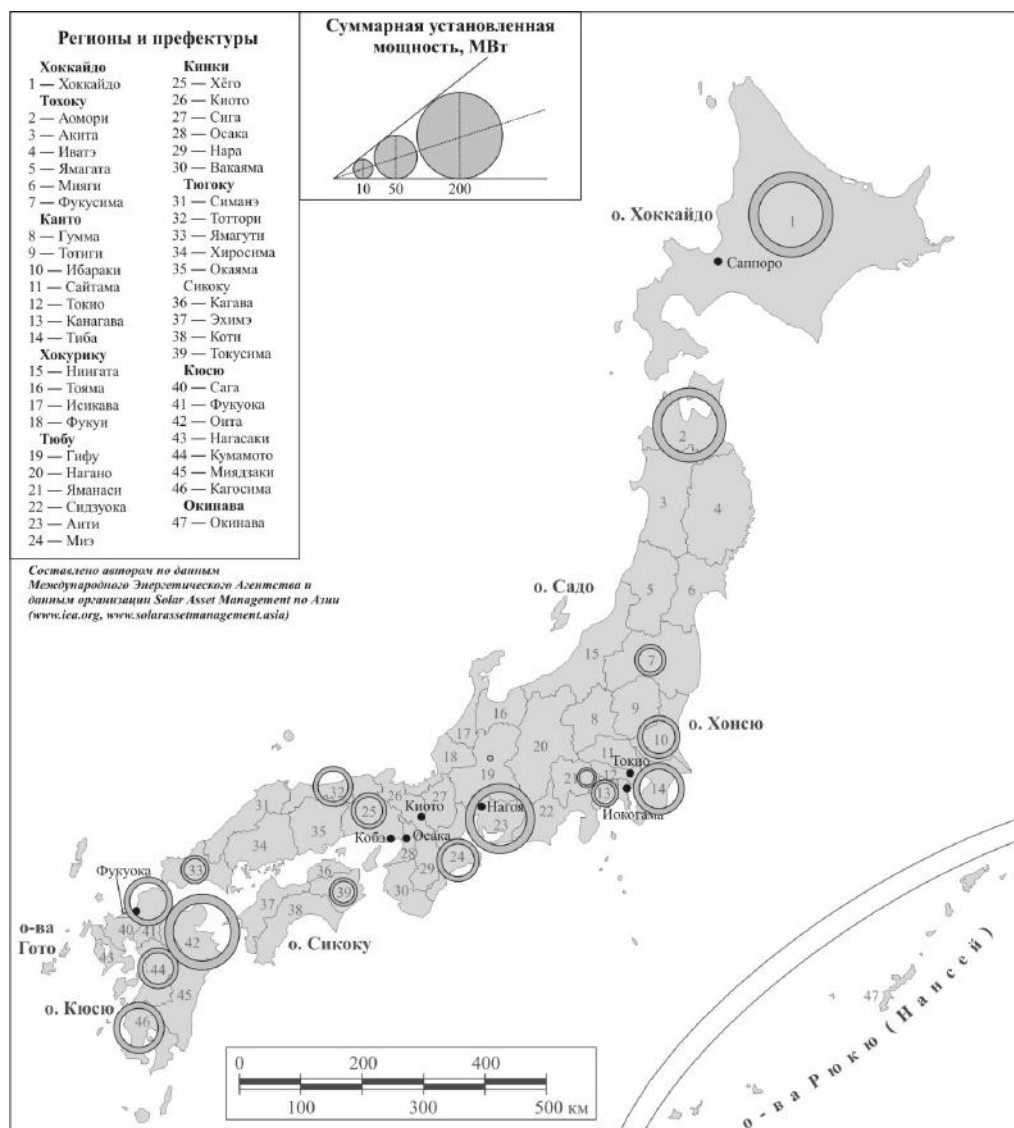


Рис. 4. Промышленная фотовольтаическая солнечная энергетика в Японии (2017 г.) Составлено В. Акимовой по данным Международного энергетического агентства и данным организации Solar Asset Management по Азии.

В крупных городах и их пригородных зонах особой популярностью пользуются индивидуальные фотовольтаические системы (прежде всего в городах Токийской агломерации, Осака, Киото). Промышленное направление получило развитие в основном в малозаселенных по японским меркам префектурах — Хоккайдо, Аомори (где в 2015 г. были запущены крупнейшие в Японии солнечные электростанции — *Eurus Rokkasho Solar Park* (148 МВт) и *Softbank Tomatoh Abira Solar Park* (111 МВт)), а также в префектуре Оита. На региональном уровне центрами развития промышленной солнечной энергетики являются в целом вся территория Кюсю и Хоккайдо, а также север Тохоку (рис. 4).

Вплоть до конца 2012 г. японский фотовольтаический рынок был ориентирован сугубо на потребительский сегмент, но вышеупомянутый пересмотр энергетической стратегии, введение высокого тарифа вызвали рост интереса к солнечным мегапроектам, что соответствует общемировой тенденции.

На смену солнечным станциям мощностью в 30–60 МВт в Японии пришли солнечные парки от 100 и более МВт. Учитывая отсутствие в стране больших свободных площадей, необходимых для функционирования крупных станций, их стали возводить на насыпных территориях в море. Так, в 2013 г. на о-ве Кюсю были построены два крупнейших в Японии мегасолнечных парка — в развивавшемся на базе отраслей тяжелой промышленности индустриальном ареале Оита и на искусственно возведенной территории в заливе Кагосима²⁵.

Для снабжения ограниченного количества домов небольшие станции стали запускать в эксплуатацию не только на море (например, в городе Сакаи, преф. Осака), но и на небольших водоемах. В мае 2015 г. построили крупнейшую на тот момент в мире (2,3 МВт) плавучую электростанцию на поверхности пруда Сакасамаикэ в городе Касай (преф. Хёго). В марте 2018 г. была запущена состоящая из 51 тыс. солнечных панелей, еще более крупная (13,7 МВт) плавучая солнечная электростанция на дамбе Ямакура в преф. Тиба. Расположение на воде имеет и еще один большой плюс — снижение эксплуатационных издержек, поскольку вода, естественным образом охлаждая панели, защищает их от перегрева²⁶.

* * *

Итак, за последние несколько лет центр развития солнечной энергетики переместился из развитых стран Европы и Америки в азиатские страны — Китай и Японию.

Успехи в развитии солнечной энергетики и ее все более широкое распространение в мире привели к тому, что идея максимально возможного перехода на возобновляемые источники энергии из разряда утопии на глазах превращается в реальность. Таким образом, солнечная энергетика, изначально развиваемая как новая отрасль, в которой надо было заявить о своих конкурентных преимуществах, превратилась и в одно из самых эффективных средств противодействия локальному энергетическому и экологическому вызовам.

Основными факторами ее становления в качестве конкурентоспособной отрасли топливно-энергетического комплекса в обеих странах стали:

- правильная государственная политика (включая субсидирование стоимости солнечных установок для индивидуальных потребителей в Китае, высокий тариф на закупку «солнечной» электроэнергии в Японии и пр.);

- желание снизить зависимость от импорта традиционных энергоресурсов;

- озабоченность экологическими последствиями использования угля, нефти и газа.

Солнечная энергетика в Китае и Японии — это уже не только дополнительное энергетическое направление в рамках политики диверсификации, но, по сути, условие полноценного «зеленого» функционирования национальных экономик, успешного решения насущных социально-экономических задач.

-
1. Akimova V. Solar energy production: specifics of its territorial structure and modern geographical trends // *Geography, Environment, Sustainability (GES)*. 2018. Vol. 11. No. 3. P. 100–110.
 2. Informational and analytical datasets IRENA. URL: <http://www.irena.org/Publications/> (дата обращения: 07.02.2019).
 3. Ibid.; Jäger-Waldau A. PV status report 2017: Research, Solar Cell Production and Market Implementations of Photovoltaics. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport. 2017. 90 p.

4. China installed 20 GW of solar power in first-half; triple from a year ago.
URL: <http://www.reuters.com/article/us-china-solar-idUSKCN1020P7> (дата обращения: 08.02.2019); IEA Photovoltaic Power Systems Programme 2006–2017. URL: <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=3> (дата обращения: 08.02.2019).
5. New China energy data: coal imports down a further 10%. URL: <http://reneweconomy.com.au/new-china-energy-data-coal-imports-down-a-further-10-30570/> (дата обращения: 08.02.2019).
6. Китай продолжает тормозить развитие угольной энергетики. Портал «ТЭС и АЭС. Все о тепловой и атомной энергетике». URL: <http://tesiaes.ru/?p=15893> (дата обращения: 18.12.2018).
7. Informational and analytical datasets IRENA. URL: <http://www.irena.org/Publications/> (дата обращения: 07.02.2019).
8. China tops 25 GW of utility scale solar. URL: <http://renewables.seenews.com/news/overview-china-tops-25-gw-of-utility-scale-solar-529802> (дата обращения: 15.01.2019).
9. Renewables Global Status Report 2013, 201, 2015, 2016, 2017. URL: <http://www.ren21.net/resources/publications/> (дата обращения: 25.01.2019).
10. Акимова В.В., Тихоцкая И.С. Новое «японское чудо»...солнечное! // Азия и Африка сегодня. 2014. № 9. С. 18–24.
11. Mapping the boom in global solar power. URL: <https://www.power-technology.com/features/mapping-boom-global-solar-power/> (дата обращения: 25.02.2019).
12. Тайёко канрэн гёся-но тосан, како сайта-о косин: тайёко бабуру га овари, сайсан хэнка ка: [Банкротства в солнечно-энергетической отрасли побили рекорд: сдулся мыльный пузырь или изменилась рентабельность?]. URL: <https://www.nippon.com/ja/japan-data/h00377/> (дата обращения: 25.02.2019).
13. Акимова В.В., Тихоцкая И.С. Новое «японское чудо»...
14. Расчеты авторов по: *Jäger-Waldau A.* Op. cit.
15. Mapping the boom in global solar power. URL: <https://www.power-technology.com/features/mapping-boom-global-solar-power/> (дата обращения: 25.02.2019).
16. Japan to slash solar subsidies as feed-in tariff costs mount. URL: <https://www.power-technology.com/comment/japan-solar-pv-subsidies/> (дата обращения: 25.02.2019).
17. Japan To Add 17 Gigawatts Of New Solar By End Of 2020. URL: <https://cleantechnica.com/2018/10/12/japan-to-add-17-gigawatts-of-new-solar-by-end-of-2020/> (дата обращения: 25.02.2019).
18. Энэруги кихон кэйкаку Хэйсэй 30-нэн ситигацу: [Базовый энергетический план. Июль 2018 г.]. URL: <http://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180703001/20180703001-1.pdf> (дата обращения: 25.02.2019).
19. Тихоцкая И.С. Солнечное «чудо» Японии и Китай // Актуальные проблемы современной Японии. М.: ИДВ РАН, 2018. Вып. XXXII. С. 63–76.
20. Энэруги кихон кэйкаку Хэйсэй 30-нэн ситигацу...
21. Japan to more than halve its solar power feed-in tariffs // Japan Times. 15.09.2018.
URL: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/09/15/business/japan-halve-solar-power-feed-tariffs/> (дата обращения: 20.02.2019).
22. Japan struggles to cut its high solar power costs. Government and businesses do not see eye to eye on profitability. URL: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Japan-struggles-to-cut-its-high-solar-power-costs> (дата обращения: 25.01.2019).
23. Akimova V.V., Tikhotskaya I.S. A way to a sustainable future: the solar industry in Japan // Geography, Environment, Sustainability (GES). 2015. Vol. 8. No. 03. P. 92–100.
24. Tokyo to build eco-friendly 'solar roads' ahead of 2020 Olympics.
URL: <https://www.independent.co.uk/news/world/asia/tokyo-solar-roads-energy-sun-2020-olympics-a8392416.html> (дата обращения: 25.02.2019).
25. Акимова В.В., Тихоцкая И.С. Новая энергетическая стратегия Японии и развитие солнечной энергетики // Япония: Ежегодник. М.: АИРО—XXI, 2014. С. 71–87.
26. Akimova V.V., Tikhotskaya I.S. Op. cit.