

Новая энергетическая стратегия Японии и развитие солнечной энергетики

В. В. Акимова, И. С. Тихоцкая

В статье рассмотрена новая энергетическая стратегия Японии и проанализировано развитие солнечной энергетики, переживающей настоящий бум. Особый акцент, сделанный на анализе факторов размещения объектов солнечной энергетики и новых проектов использования энергии Солнца, позволил авторам заключить, что Япония будет находиться в числе лидеров в данной области.

Ключевые слова: новая энергетическая стратегия, солнечная энергетика, фотовольтаика, солнечные батареи, «солнечный бум», мегасолнечные станции.

Как известно, 11 марта 2011 г. в регионе Тохоку произошло одно из сильнейших из зарегистрированных в мире и крупнейшее в истории Японии землетрясение силой около 9 баллов¹ по шкале Рихтера. Оно сопровождалось цунами высотой до нескольких десятков метров, которое уничтожило целые поселения и повлекло за собой аварию на АЭС «Фукусима дай-ити». Последняя стала самой масштабной после взрыва на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г.² До этой катастрофы «Фукусима дай-ити», состоящая из шести энергоблоков мощностью 4,7 ГВт, была одной из крупнейших в Японии и входила в число 10-15 самых мощных АЭС мира. В результате землетрясения в стране автоматически были остановлены 11 энергоблоков из 53 существующих, в том числе три на «Фукусима дай-ити». Остальные три ее блока оказались в аварийном состоянии из-за отказа системы охлаждения, что привело к утечке радиации. На самой станции произошло сильное радиоактивное загрязнение, пострадали несколько работников, получивших повышенные дозы облучения. Эта станция не подлежит восстановлению, а на ее разборку³ потребуется не менее 30 лет (оценка корпорации «Хитати» и

¹ Землетрясение считается сильным, близким к разрушительному, если его сила составляет 7 и более баллов. Ранним утром 5 мая 2014 г. в префектурах Токио и Канагава произошло землетрясение силой 5 баллов, которое не вызвало внештатных ситуаций на АЭС «Фукусима», «Токай-2» в префектуре Ибараки и в префектуре Ниигата. (Майнити симбун. 05.05.2014).

² Обем авариям был присвоен самый высокий 7-й уровень.

³ Стандартный процесс вывода реактора включает шесть этапов: 1. Разгрузка бассейнов выдержки отработанного топлива; 2. Удаление радиоактивных труб и контейнеров; 3. Ожидание падения уровня радиации; 4. Разборка реакторов и подводящих трубопроводов; 5. Снос здания; 6. Расчистка участка. (Майнити симбун. 06.10.2011).

компании «Тюбу дэнки», а также вывод Японской комиссии по атомной энергетике)⁴. Полностью были остановлены АЭС «Фукусима дай-ни» (4 блока), находящаяся в 11,5 км к югу от «Фукусима дай-ити», и «Онагава» (3 блока) в префектуре Мияги, в 70 км к северу от города Сэндай. Одиннадцатым остановленным блоком стал единственный блок на АЭС «Токай-2» в префектуре Ибараки⁵. К маю 2011 г. функционировало только 17 из 50 оставшихся в Японии ядерных реакторов, а потом были остановлены все АЭС⁶.

В Японии, которая более чем на 80% зависит от импорта энергоносителей и шла по пути широкого использования ядерных технологий в мирных целях, остановка реакторов вызвала необходимость восполнения дефицита электроэнергии. Эта проблема усугубляется тем обстоятельством, что частота тока в северо-восточной части Хонсю, обслуживаемой электроэнергетическими компаниями Токио (ТЕРСО) и Тохоку, составляет 50 Гц, а в обслуживаемой компаниями Тюбу, Кансай и Хокурику юго-западной части, куда входят Нагоя, Осака и Киото, – 60 Гц⁷. Это затрудняет кооперацию компаний, поскольку существует только один преобразователь частоты мощностью 1 ГВт⁸.

Новая энергетическая стратегия

До аварии в Фукусима в соответствии с Планом инновационных энергетических технологий «Cool Earth 50», принятом министерством экономики, торговли и промышленности (МЭТП) в 2008 г., долю атомной энергии в первичном энергобалансе предполагалось увеличить с 10% до 60% к 2100 г., а возобновляемых источников – с 5% до 10% (и сократить долю ископаемого топлива с 85% до 30%). Такой сценарий был разработан Управлением по атомной энергетике с целью сокращения выбросов углекислого газа к 2100 г. на 90%, причем наполовину – за счет увеличения вклада атомной энергетики⁹. В июне 2010 г. в целях обеспечения энергетической безопасности и снижения вы-

⁴ Там же.

⁵ АЭС «Токай-1», первая коммерческая атомная станция Японии, находится в стадии вывода из эксплуатации – работы по разборке ядерного реактора начались в 1998 г. и должны быть закончены к 2020 г. К 2036 г. должна быть разобрана и АЭС «Хамаока» в префектуре Сидзуока.

⁶ World Nuclear Association. Nuclear Power in Japan. (14.05.2011) <http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html>

⁷ Граница между разными зонами частоты проходит по тектонической линии Итогава-Сидзуока, которая считается границей между Западной и Восточной Японией.

⁸ Электроэнергетический рынок Японии к 2016 г. должен быть дерегулирован и к 2018 г. производство, передача и распределение электроэнергии должны быть законодательно разделены.

⁹ Cool Earth-Innovative Energy Technology Program <http://www.meti.go.jp/english/newtopics/data/pdf/031320CoolEarth.pdf>

бросов углекислого газа МЭТП было принято решение об увеличении самообеспеченности энергоресурсами до 70% к 2030 г., и большая роль в достижении этого отводилась опять-таки атомной энергетике¹⁰.

Однако события марта 2011 г. привели к тому, что уже в июле того же года Советом по энергетике и окружающей среде (СЭОС) Японии было принято решение о сокращении зависимости от атомной энергии. По сути, речь шла о пересмотре всей энергетической стратегии страны – взамен наращивания мощностей АЭС провозглашался курс на отказ от их использования (хотя до 2011 г. на них приходилось 30% выработки электроэнергии и ожидалось увеличение этого показателя до 40% уже к 2017 г.¹¹). Одновременно намечалось значительное повышение доли возобновляемых источников в энергобалансе страны, что объясняется также их большим потенциалом в плане построения низкоуглеродного общества¹² и противостояния глобальному потеплению, к чему Япония прилагает немало усилий.

В сентябре 2012 г. СЭОС обнародовал «Стратегию по инновационной энергетике и экологии» в рамках курса на «полный отказ от атомной энергии к 2030 году», в которой, однако, не хватало конкретных мер по стабильному обеспечению электроэнергией. А глава комитета по атомной энергии Кондо Сюнсуке прямо заявил, что пока не ясно, «в какую сторону будет направлена новая политика»¹³. Префектуры, в которых расположены АЭС, с одной стороны, сталкиваются с протестом местного населения против эксплуатации станций, а с другой, с негативным влиянием остановки их работы как на экономику, так и занятость.

В условиях приостановки эксплуатации практически всех ядерных реакторов в стране до того времени, когда они смогут подтвердить соответствие новым предписаниям безопасности, введенным сразу после 11 марта 2011 г., Япония увеличила импорт энергетического сырья, главным образом СПГ. Это обходится ей дополнительно в 4 трлн. иен в год, а общая стоимость импорта ископаемого топлива в 2013 фин. г. составила 9 трлн. иен. За 3 года, с апреля 2011 г. по март 2014 г., общий торговый дефицит составил 23,25 трлн. иен, тогда как до этого страна имела положительное сальдо (в 2010 г. – 6,6 трлн. иен)¹⁴. В январе 2014 г.

¹⁰ World Nuclear Association. Nuclear Power in Japan. (04.10.2011) <http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html>

¹¹ World Nuclear Association. Nuclear Power in Japan. (14.05.2011) <http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html>

¹² Об этой концепции см. подробнее: *Стрельцов Д. В.* О концепции «низкоуглеродного общества» // Япония: экономика и общество в океане проблем. – М.: Издательская фирма «Восточная литература», 2012; *Д. В. Стрельцов.* Япония как «зеленая сверхдержава». М., Издательство МГИМО-университета, 2012.

¹³ Японии нужна более активная ядерная политика (05.10.2012) <http://inosmi.ru/world/20121005/200433015.html>

¹⁴ <http://www.tradingeconomics.com/japan/balance-of-trade>

10 японских энергетических компаний потребили за месяц рекордное количество угля – 5,7 млн. т.

Против полного отказа от использования энергии АЭС выступила Кэйданрэн. Ее представители подчеркивали, что остановка АЭС стоит Японии ежегодно 3,6 трлн. иен, которые уходят за рубеж. Кроме того, для экономического роста необходимо наличие доступной по ценам энергии, что является весомым аргументом в пользу сохранения атомной энергетики¹⁵.

В 2013 фин. г. 6 из 10 главных коммунальных предприятий Японии понесли большие финансовые потери из-за высоких цен на топливо – 436 млрд. иен. «Кюсю дэнрёку» понесла наибольшие убытки – 131,5 млрд. иен¹⁶ («Кансай дэнрёку» – 111, «Хоккайдо дэнрёку» – 95)¹⁷. Это произошло несмотря на то, что пяти из шести потерпевших убытки предприятий правительство разрешило повысить тарифы. Показательным примером того, что означает для японских энергокомпаний остановка ядерных реакторов, служит решение электроэнергетической компании «Кансай дэнрёку», обслуживающей одноименный регион с центром в Осака, использовать остатки своего резервного фонда (150 млрд. иен) ввиду растущих расходов на топливо. До катастрофы 2011 г., вынудившей страну полагаться главным образом на выработку тепловой энергии, резервный фонд компании составлял 640 млрд. иен¹⁸.

По состоянию на начало мая 2014 г. в Японии эксплуатировались только два реактора, а запуск в эксплуатацию еще 48 будет возможен лишь после подтверждения удовлетворения ими новых предписаний, которые после трагедии на «Фукусима-дайти» включают обеспечение особых мер противодействия в случае возникновения критических нештатных ситуаций, подобных произошедшему в 2011 г. расплавлению активной зоны реакторов. По свидетельству Управления по атомной энергетике Японии, наиболее вероятными кандидатами на получение разрешения на ввод в действие являются два реактора на АЭС «Сэндай» в префектуре Кагосима, но пока для этого «в документе объемом 7200 страниц не хватает некоторых данных». Например, меры противодействия лесным пожарам изложены, а в случае крушения самолета – не нашли отражения. Не хватает также информации о том, насколько оборудование устойчиво к нагреванию в случае возникновения пожаров¹⁹.

¹⁵ A Proposal for Future Energy Policy, KEIDANREN (15.10.2013)
<http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2013/089.html>

¹⁶ В 130 млрд. обошлось им строительство и принятие прочих мер, необходимых для обеспечения соответствия новым правилам безопасности на АЭС «Сэндай», хотя предполагалось, что это обойдется в 90 млрд. иен.

¹⁷ Майнити симбун. 01.05.2014.

¹⁸ Майнити симбун. 26.04.2014.

¹⁹ Майнити симбун. 02.05.2014.

Кроме того, для запуска АЭС необходимо получить поддержку местного населения²⁰.

Под влиянием и давлением всех перечисленных обстоятельств Япония, обладающая полным ядерным топливным циклом, который включает обогащение и переработку отработанного ядерного топлива для рециклирования²¹, возвращается в прошлое. От нового базового плана ожидали отказа от АЭС, но в опубликованной правительством в мае 2014 г. новой энергетической стратегии предусмотрен возврат не только к использованию атомной энергии, но (вразрез с Киотским протоколом), и угля. Как замечает агентство Bloomberg²², «за 16 месяцев пребывания Абэ у власти не только не проведена ни одна из главных структурных реформ, но что еще хуже, политические решения, подобные этому (имеется в виду новый энергетический план – В. А., И. Т.), тянут Японию в обратном направлении». И добавляет: «Инвестиции в развитие альтернативных ядерной энергии и углю источников могли бы повысить конкурентоспособность Японии и жизненный уровень в стране, а также создать тысячи новых инновационных «стартапов»²³.

С одной стороны, ситуация выглядит именно так. Но, с другой стороны, по словам президента подразделения «Энергетические системы и ядерная энергия» корпорации IHI Наоя Домото,²⁴ разработчика технологии, известной как A-USC²⁵ (суть которой заключается в сжигании угля для получения высокотемпературного пара), для поддержания стабильных цен на энергию в Японии нельзя исключить эффективное использование угля²⁶. «Для страны, подобной Японии, столь зависимой от импорта энергоносителей, очень важно диверсифицировать энергетические источники», – говорит Ясуи Акира, отвечающий в МЭТП за угольную политику. «Наша основополагающая позиция – ис-

²⁰ Майнити симбун. 01.05.2014.

²¹ Обогащением урана, переработкой отработанного ядерного топлива и переработкой радиоактивных отходов занимается компания «Нихон гэннэн», имеющая штаб-квартиру в Роккасе в префектуре Аомори, хотя главным образом Япония пока все еще полагается в этом на зарубежные компании. Она последовательно развивает полный ядерный топливный цикла на базе импортного урана. Небольшой завод по переработке и маленькая демонстрационная установка по обогащению урана действует в Нингё тогэ в префектуре Окаяма. Строительство еще одного нового завода по обогащению урана планируется по соглашению между Росатомом и «Тосиба».

²² Авторитетный источник по предоставлению статистических и аналитических данных для профессиональных бизнесменов и финансистов.

²³ William P. Japan misses chance as Abe looks backward. BLOOMBERG, (17.04.2014).

²⁴ Раньше она называлась Исикавадзима-Харима дзюкогё кабусики гайся.

²⁵ С 2007 г. она демонстрируется на ТЭС Накосо, в 60 км от Фукусима-дай-ити. Япония планирует ее коммерциализировать в 2020-е годы.

²⁶ Watanabe C., Suga M. Renewables get raked over coals under Abe. BLOOMBERG (14.04.2014).

пользование угля при всемерной заботе об окружающей среде. Уголь – экономичный и стабильный источник²⁷.

Следует заметить, что Япония не одинока. Германия, Испания и Великобритания сокращают субсидии на возобновляемые источники с целью сдержать рост цен на электроэнергию. Холодная зима в США привела к росту цен на газ, что также вылилось в увеличение потребления угля²⁸.

В конце 2013 г. Кэйданрэн выступила за необходимость пересмотра введенных в июле 2012 г. льготных тарифов, призванных стимулировать развитие возобновляемых источников энергии, так как, по ее мнению, это слишком обременительно для японской экономики в нынешней ситуации. Однако определенные сдвиги в Японии успели наметиться до принятия нового энергетического плана благодаря специальным программам стимулирования развития возобновляемых источников энергии, и прежде всего, упомянутым тарифам²⁹.

Япония стала вторым после Китая крупнейшим рынком солнечной энергетики, здесь активно предлагают и реализуют «солнечные» проекты. А в 2013 фин. г. в Японии отмечался настоящий «солнечный бум» – вместо первоначально планировавшегося ввода новых мощностей в солнечной энергетике страны в диапазоне от 3,2 до 4 ГВт было запущено более 9 ГВт, включающих как промышленные, так и коммунальные проекты³⁰. В результате фотовольтаические мощности Японии составили примерно 16 ГВт солнечной энергии. В 2012 г. суммарное производство фотоэлементов и солнечных батарей в Японии составило 2286 МВт (несколько меньше, чем в 2011 г.), а импорт фотоэлементов достиг 776 МВт (в 2011 г. – 263 МВт)³¹.

Солнечная энергетика: за и против

Солнечная энергетика – одна из самых перспективных и быстрорастущих отраслей мировой экономики, и по утверждению Европейской ассоциации фотовольтаики (ЕАФ), находится на пути превращения в прибыльный и даже в основной источник электроэнергии³². В 2010 г. в мире было построено 27,2 ГВт солнечных электростанций (СЭС), и

²⁷ Watanabe C., Suga M. Renewables get raked over coals under Abe. BLOOMBERG (14.04.2014)

²⁸ Там же.

²⁹ Впервые льготные тарифы в отношении солнечной (и ветровой) энергии были применены в 1978 г. в США. (ru.wikipedia.org/wiki/Зеленый_тариф; дата обращения 29.01.2014), а сейчас практикуются уже более чем в 50 странах.

³⁰ Watanabe C. Feed-in tariffs ready to make Japan world No. 2 solar market after China. Japan Times (10.04.2013)

³¹ Hiroyuki Yamada, National Survey Report of PV Power Application in Japan 2012, International Energy Agency co-operative programme on photovoltaic power systems, май 2013 г

³² Global Market Outlook for Photovoltaics 2013–2017 http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf

темпы роста их мощностей всего за один год составили 118%. В конце 2011 г. установленная мощность СЭС в мире достигла 69 ГВт, а в 2012 г. – 103 ГВт, т. е. за 2010–2012 гг. увеличилась в 3,8 раза. По словам главы ЕАФ, Винфрида Хоффмана, рыночные механизмы начинают играть все более важную роль в отрасли, и «электричество, поступающее с крыши жилого дома, оказывается ... дешевле, чем из розетки», а крупные промышленные гелиоустановки все чаще предлагают более дешевую электроэнергию, чем традиционные электростанции³³.

В основе солнечной энергетики лежит использование солнечного излучения, т. е. неисчерпаемого и общедоступного (бесплатного!) источника энергии. Она является экологически чистой, хотя теоретически в очень отдаленной перспективе может привести к изменению рассеивающей способности земной поверхности, а, следовательно, и к изменению климата.

Большой потенциал развития отрасли обусловлен такими факторами, как естественное стремление каждой страны к обеспечению национальной энергетической безопасности, озабоченность экологическими последствиями использования ископаемых источников энергии и их устойчивым удорожанием.

В настоящее время привлекательность солнечной энергетики повышается вследствие снижения себестоимости электроэнергии, получаемой в этой отрасли в результате инноваций и совершенствования технологий: если 20 лет назад 1 кВт*ч стоил 1 евро, то теперь – 10 евроцентов, а иногда и меньше³⁴. Солнечные установки являются модульными, что позволяет создавать генерирующие станции любой мощности, и кроме того, они могут работать как при подключении к электросети общего пользования (on-grid, или grid-connected), так и автономно (off-grid). Показатель прироста числа рабочих мест в расчете на 1 МВт здесь выше, чем в других отраслях энергетики.

Развитие данной отрасли, конечно, имеет и целый ряд проблем. Прежде всего, это зависимость от погоды и времени суток, сложность аккумуляции получаемой энергии, высокая стоимость установок и необходимость очистки отражающих поверхностей от пыли, хотя постепенно они во все большей степени становятся технически решаемыми. Например, фотовольтаические установки могут работать, используя как прямую солнечную радиацию, так и рассеянную. А для обеспечения работы солнечной электростанции круглосуточно применяются технологии хранения энергии – преимущественно расплав соли или дополнение фотовольтаических установок аккумуляторной батареей или дизельным генератором.

³³ Там же.

³⁴ Global Market Outlook for Photovoltaics 2013–2017 http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf

Особенности развития солнечной энергетики в Японии

Япония была первой страной, в которой развитие солнечной энергетики было поддержано на правительственном уровне. Еще в 1994 г. МВТП (с 2000 г. – МЭТП) приняло программу субсидирования индивидуальных солнечных установок³⁵. После введения в 2003 г. стандартов портфеля возобновляемой энергии производство электроэнергии за счет возобновляемых источников в Японии удвоилось³⁶ (хотя пока их доля крайне низка – 2–4% без учета гидроэнергии³⁷), и солнечная энергетика получила новый импульс к наращиванию мощностей.

В 2004 г. Япония стала первой в мире страной, преодолевшей отметку в 1 ГВт солнечных мощностей, но самым крупным солнечным электрогенератором (38% мировых установленных мощностей фотовольтаики) она оставалась лишь до 2005 г.³⁸ В середине 2000-х годов развитие солнечной энергетики в стране на некоторое время замедлилось, что отчасти объясняется принятием в 2002 г. новой энергетической программы, нацеленной на дальнейшее наращивание мощностей атомной энергетики.

Использование фотовольтаических установок в жилом секторе активизировалось после введения в 2009 г. системы закупки избыточной электроэнергии по фиксированным ценам в течение гарантированного правительством периода времени (и то, и другое устанавливается МЭТП на каждый финансовый год на основе рекомендаций созданного для этого Специального комитета по определению тарифов). В 2010 г. именно за счет этих нововведений произошло существенное увеличение (на 37,7%) выработки солнечной энергии. Преобладание индивидуальных фотовольтаических установок (80% солнечных мощностей в 2011 г.)³⁹ разительно отличает Японию и от Европы, и от Америки. Их общая мощность составляет 3618 кВт и охватывает 900 тыс. домов (всего в Японии насчитывается 29 млн. собственных домов)⁴⁰. В будущем, благодаря применению зарядных батарей и «умных» счетчиков, фотовольтаические системы в Японии предполагается превратить в

³⁵ Первоначально субсидии покрывали 50% стоимости фотовольтаических систем. 4,000 MW of New Solar PV Capacity Added in Japan по данным <http://cleantechnica.com/2014/01/21/4-gw-new-solar-pv-capacity-added-japan/> (дата обращения 28.03.2014)

³⁶ Feed-in Tariff Scheme in Japan. http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/renewable/pdf/summary201207.pdf

³⁷ Independent statistics and analysis. U.S. Energy Information Administration. Japan. Overview <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=ja>

³⁸ Japan lags behind Europe in solar power. The Daily Yomiuri (05.10.2007)

³⁹ Burger S. The Reign of Residential PV in Japan. (27.09.2012) <http://www.greentechmedia.com/articles/read/the-reign-of-residential-pv-in-japan>

⁴⁰ Feed-in tariff scheme in Japan http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/renewable/pdf/summary201207.pdf

обычный «домашний прибор». Подобная ориентация объясняется отсутствием больших свободных площадей, необходимых для функционирования систем промышленного масштаба – на электростанции наземного базирования и другие локальные источники, не входящие в общую энергосистему, в 2011 г. приходилось лишь 20%⁴¹. Вместе с тем, за один только 2012 г. их доля увеличилась до 30%⁴².

Число мегасолнечных электростанций, или солнечных парков, в Японии также растет, их уже 40. В основном они появились благодаря субсидированию экспериментальных исследований, и сейчас находятся на стадии перехода к коммерциализации. Их стоимость все еще высока – 400–500 тыс. иен за кВт (тогда как за рубежом в ряде случаев она составляет меньше 300 тыс. иен). С выходом Китая на рынок солнечных батарей их стоимость снизилась, поэтому с точки зрения международной конкурентоспособности на первый план выходит стоимость установки держателей и вспомогательного оборудования, а также мощность накопителей.

Все большее применение находят и устанавливаемые на крыше дома системы получения солнечной энергии мощностью 10 и более кВт – так называемые накрывные фотовольтаические системы частных предпринимателей, которые должны удовлетворять следующим требованиям. Для поставки электричества каждый дом должен быть напрямую подключен к энергосистеме общего пользования электроэнергетической компании и иметь документ, подтверждающий контракт на предоставление крыши конкретного дома под установку фотовольтаических батарей для выработки электроэнергии с целью подачи ее в сеть. Эффективность генерации энергии различна в зависимости от типа фотоэлемента: монокремниевый и поликремниевый фотоэлемент – от 13,5%, тонкопленочный фотоэлемент – от 7%, каскадные фотоэлементы – от 8%⁴³.

Раннее появление фотовольтаического рынка в Японии оказало заметное влияние на развитие высокотехнологических отраслей промышленности и производство фотоэлементов и солнечных батарей. Компании, первыми получившие выигрыш от государственных преференций на первом этапе, и сейчас возглавляют развитие фотовольтаики в стране – это «Шарп», «Санъё» и «Кёсэра». На «Шарп» приходится 3% мирового рынка солнечных батарей, ее продукция используется в рамках самых разнообразных проектов в области альтернативной энергетики:

⁴¹ Burger S. The Reign of Residential PV in Japan. (27.09.2012) <http://www.greentechmedia.com/articles/read/the-reign-of-residential-pv-in-japan>

⁴² Hiroyuki Yamada, National Survey Report of PV Power Application in Japan 2012, International Energy Agency co-operative programme on photovoltaic power systems, май 2013 г.

⁴³ Feed-in tariff scheme in Japan

http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/renewable/pdf/summary201207.pdf

от электрификации спутников и маяков до снабжения энергией промышленных и жилых помещений.

В июле 2013 г. «Шарп» объявил о подготовке к запуску производства полупрозрачных солнечных батарей стоимостью 2–2,5 тыс. долл., которые одновременно могут служить элементами зданий, заменяя окна или являясь внешней стороной стены. Кроме того, они могут устанавливаться в качестве тентов или навесов, защищая от попадания солнечных лучей, или в качестве перегородок между балконами. Полупрозрачность батарей достигается за счет крошечных разрезов в фотовольтаических элементах. Степень прозрачности может быть разной, от этого зависит мощность батарей (менее прозрачные более производительны). Последняя определяется и размером батарей: при одинаковой длине в 100 см их ширина составляет 70, 115 и 140 см, соответственно и мощность варьирует в диапазоне от 39–46 до 80–95 ватт ⁴⁴. А «Кёсэра» нацелена на реализацию поистине фантастического проекта, о котором будет сказано ниже.

Япония является одним из лидеров в производстве солнечных батарей и входит в пятерку стран-лидеров в развитии солнечной энергетики (6,6% мировых мощностей, табл. 1), чему способствует и весьма высокий уровень инсоляции в стране – 4,3–4,8 кВт/м² в день ⁴⁵.

Таблица 1

Суммарные мощности фотовольтаических установок, 2012 г.

№	Страна	Суммарные мощности, ГВт, 2012 г.	№	Страна	Суммарные мощности, ГВт, 2012 г.
1	Германия	32,51	7	Франция	3,84
2	Италия	16,98	8	Бельгия	2,6
3	Китай	8,04	9	Австралия	2,29
4	США	7,66	10	Чехия	2,02
5	Япония	6,70	11	Великобритания	1,83
6	Испания	4,51	12	Индия	1,83
				Весь мир	102,02

Составлено по данным Global Market Outlook for Photovoltaics 2013–2017

http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf

До недавнего времени японский фотовольтаический рынок, как уже отмечалось, был ориентирован сугубо на потребительский сегмент. Однако после землетрясения 2011 г. было запущено три солнечных электростанции: Ukishima Solar Power Plant (7 МВт), Ogishima Solar Power Plant (13 МВт) и Komekurayama Solar Power Plant (10 МВт), а в октябре 2012 г. была одобрена установка 1,8 ГВт фотовольтаических

⁴⁴ Sharp to produce solar panels that can function as windows. (18.03.2013)

<http://japandailyexpress.com/sharp-to-produce-solar-panels-that-can-function-as-windows-2332759/>

⁴⁵ <http://solargis.info/>

мощностей, из них 341 МВт – на Хоккайдо⁴⁶. Все это соответствует современной глобальной тенденции перехода к мегапроектам.

Без преувеличения можно сказать, что в Японии наблюдается настоящий *«солнечный бум»*. Чтобы оценить дальнейшие перспективы развития этой отрасли в стране, важно рассмотреть факторы размещения объектов солнечной энергетики. Они представляют собой совокупность изменяющихся от места к месту физико-географических и экономико-географических ресурсов среды, при использовании которых возникает взаимодействие между объектом и средой, характер которого определяет оптимальное и рациональное размещение.

Факторы размещения объектов солнечной энергетики

Можно выделить 3 группы факторов: физико-географические, экономико-географические и экологические (последние мы выделяем в силу их комплексного характера).

Важным фактором размещения солнечных электростанций является такой очевидный физико-географический фактор, как уровень солнечной радиации.

Для эффективной работы систем, концентрирующих солнечную энергию (КСЭ), требуется более высокая инсоляция, чем для фотовольтаики (прямого преобразования энергии Солнца в электроэнергию за счет внешнего фотоэффекта). Если последняя хорошо работает и в условиях облачной и даже ненастной погоды, так как улавливает и прямое, и рассеянное солнечное излучение, то системы КСЭ работают только на прямом излучении. При высокой инсоляции система КСЭ чаще более эффективна, а при низкой – менее эффективна, чем фотоэлектрическая система. По этой причине в Японии системы КСЭ практически отсутствуют.

Рассмотрим экономико-географические факторы размещения индивидуальных и промышленных установок. Индивидуальные солнечные установки не имеют связи с энергосистемой и устанавливаются непосредственно у потребителя – на крыше дома, на ферме, возле дачи. Для обеспечения электроэнергией в ночное время они снабжаются аккумуляторной батареей или дизельным генератором. Качественные солнечные модули легко выдерживают любые погодные условия, даже крупный град. Единственное, что требуется – время от времени очищать поверхность от снега и пыли, что может значительно увеличивать производительность. Есть также системы, способные поворачивать солнечную установку вслед за солнцем в течение дня, что позволяет увеличить выработку энергии на 50%. Вес солнечного модуля не превышает 10–20 кг, в отличие от ветрогенераторов для их установки не требуется мачта. Их устанавливать проще,

⁴⁶ Mega Solar Power Plants May Be Excessively Concentrated in Hokkaido (10.12.2012) <http://business.highbeam.com/435557/article-1G1-311474678/mega-solar-power-plants-may-excessively-concentrated>

так как нет необходимости использовать подъемные механизмы (кран) или привозить на грузовом транспорте строительные материалы.

Это означает, что сервисные и транспортные расходы сведены к минимуму, а главным экономико-географическим фактором размещения солнечных установок малой мощности, не подключенных к энергосистеме, является наличие потребителя.

Иначе обстоит дело с солнечными установками промышленного класса, которые обязательно должны быть соединены с энергосистемой. Для них важнейшим экономико-географическим фактором размещения является инфраструктурный. Прежде всего, это возможность подключения к энергосистеме, способной принять установленные мощности.

Другой инфраструктурный вопрос касается необходимости создания подъездных путей для доставки солнечно-энергетического оборудования. В случае размещения солнечных электростанций в удаленном районе возникает необходимость размещения там же обслуживающего персонала.

Важным экономико-географическим фактором размещения является возможность (и стоимость!) выкупа или аренды земли, необходимой для возведения солнечных электростанций. Под размещение солнечной установки мощностью 1 МВт требуется 2 гектара земли, именно поэтому КСЭ не могут быть эффективными в Японии и, как говорилось выше, практически отсутствуют.

Другие факторы размещения этой группы – наличие трудовых ресурсов и квалифицированных кадров, а также центров НИОКР.

Большую роль при возведении солнечных установок промышленного класса играет существующее законодательство в отношении подключения возобновляемых источников энергии, государственная поддержка, субсидии и льготы, а также согласие населения.

Важным фактором размещения объектов солнечной энергетики является соответствие законодательно регламентированным экологическим нормам. Несмотря на то, что солнечные установки не загрязняют ни воздух, ни воду и не производят твердые отходы, солнечная энергетика способна оказывать негативное воздействие как на экосистемы, так и на человека, поэтому все солнечные проекты обязаны проходить оценку воздействия на окружающую среду.

Среди факторов негативного влияния солнечных электростанций на окружающую среду – визуальное вторжение и изменение микроклимата. Хотя по сравнению с АЭС и ТЭС солнечные установки оказывают значительно меньшее визуальное воздействие на человека, системы промышленных масштабов видны с больших расстояний и могут быть весьма навязчивыми, особенно для местных жителей.

Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к существенным изменениям почвенных условий, растительности и т. д. Это влечет за собой изменение микроклимата и является еще одним значимым экологическим аспектом воздействия СЭС, которое

следует учитывать при их размещении. Еще одно нежелательное экологическое действие в районе местоположения станции – изменение теплового баланса, влажности, направления ветров – происходит в результате нагрева воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. В некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами.

Таким образом, при размещении объектов солнечной энергетики должна учитываться вся совокупность физико-географических, экономико-географических, экологических факторов. Только в этом случае можно получить конкурентоспособную энергию, а ошибка в размещении может привести к серьезным последствиям – простым мощностям и денежным потерям.

Резюмируя, можно сделать вывод, что в размещении солнечной энергетики в Японии определяющим фактором, с одной стороны, является отсутствие свободных площадей и как следствие, невозможность широкого развития промышленной солнечной энергетики, а с другой стороны, наличие потребителей, осознающих выгоду индивидуальной фотовольтаической установки как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Новые проекты использования энергии Солнца

Японская строительная корпорация «Симидзу», имеющая более чем 200-летнюю историю и работающая под девизом «Сегодняшняя работа – завтрашнее наследие»⁴⁷, разработала оригинальную концепцию «Лунное кольцо», суть которой заключается в выработке с помощью прогрессивных космических технологий солнечной энергии на Луне и передаче электроэнергии на Землю⁴⁸. Реализация такого проекта (компания надеется это сделать к 2035 г.) позволила бы получать чистую энергию без перерывов, независимо от погодных условий и использовать ее в любой точке Земного шара. В соответствии с данным планом, вокруг всей длины экватора Луны (11 тыс. км) будет создано кольцо, состоящее из солнечных батарей, вырабатывающих постоянный поток энергии. Электроэнергия, произведенная солнечными батареями, будет передаваться с помощью кабелей к передающим станциям, расположенным

⁴⁷ Это перевод с английского, а более близкий к японскому оригиналу слогана перевод – «Чтобы передать работу, которой дети могут гордиться». (<http://www.shimz.co.jp/index.html>) Корпорация известна своим участием в проектах освоения Луны, а также созданием таких концепций, как экологичный остров, город-пирамида и космический отель.

⁴⁸ The Energy Paradigm Shift Opens the Door to a Sustainable Society
<http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html>

на лицевой стороне Луны. Там эта энергия будет преобразовываться в микроволновое излучение и лучи лазерного света, и с помощью специальных антенн диаметром в 20 км излучаться в направлении Земли, где затем будет выполняться обратное преобразование полученной энергии в электрическую. Последняя будет поставляться в сети энергоснабжения или использоваться для получения водорода для хранения или использования в качестве топлива.

При возведении этой станции корпорация планирует широко использовать роботы. Роботы, управляемые дистанционно с Земли, будут работать по 24 часа в сутки и выполнять работы по выравниванию и подготовке поверхности, окончательной сборке механизмов и конструкций, части которых будут доставлены с Земли.

Что касается материалов, то на Луне будет добываться вода для получения водорода для двигателей космических аппаратов, а лунные породы будут использоваться для получения цемента, бетона, кирпича, стекла и других необходимых материалов.

Заложенная в данный проект идея предполагает организацию постоянного бесперебойного производства энергии независимо от погоды и использование ее в любом месте на Земле, полное покрытие энергетических потребностей всех стран. Таким образом может быть реализована еще одна заветная цель человечества – создание общества чистой энергии.

Надо сказать, что и предложенный впервые именно в Японии в 1960-е годы термин «информационное общество», а затем термин «общество рециклирования» ассоциировались с чем-то достаточно фантастичным и утопичным. Однако эта страна уже не раз демонстрировала всему миру «чудеса», воплощенные в жизнь. Поэтому не стоит отбрасывать данный проект как что-то невозможное.

А вот в прибрежном городе Минамисома в префектуре Фукусима, зараженной в 2011 г. в результате аварии на АЭС, разрабатывается вполне реальный «земной» проект – модель деревни будущего. Он осуществляется силами местного сообщества в местности, две трети сельскохозяйственных земель которой находятся в зоне эвакуации вследствие ядерного заражения. В создаваемой там деревне возобновляемой энергии уже расположено 120 фотовольтаических батарей, производящих 30 кВт энергии, продаваемой местным коммунальным предприятиям⁴⁹.

Центральное место в проекте занимает то, что японцы называют «совместным использованием солнечной энергии» («Solar Sharing»⁵⁰) – выращивание урожая под приподнятыми солнечными батареями⁵⁰. Идея

⁴⁹ Разрабатывается также план установки в некоторых местах ветровых турбин, а если будет предоставлено финансирование, то там будут созданы рекреационные и образовательные учреждения, а также астрономическая обсерватория.

⁵⁰ Фотозлектрические элементы или солнечные концентраторы на крупных солнечных электростанциях устанавливаются на высоте 1,8–2,5 метра, что позволяет использовать земли под электростанцией для сельскохозяйственных нужд.

возникла у вышедшего в отставку инженера Нагасима Акира, специалиста по сельскохозяйственным машинам, изучавшего биологию, еще в 2004 г., но ее реализация стала возможной лишь в апреле 2013 г., когда министерство сельского, лесного и рыбного хозяйства одобрило установку фотовольтаических систем на сельскохозяйственных землях (до этого, в соответствии с Законом о сельскохозяйственных землях, это было запрещено)⁵¹. Концепция основана на том, что повышение уровня солнечной радиации приводит к увеличению скорости фотосинтеза, однако это происходит до определенного предела, когда дальнейший рост перестает оказывать влияние на скорость фотосинтеза. Исходя из этого, Нагасима пришла мысль объединить солнечные установки и сельское хозяйство, организуя фотовольтаические системы таким образом, чтобы достаточное для фотосинтеза количество солнечного света достигало земли, а остальное использовалось для генерации электроэнергии⁵².

Один такой урожай в Минамисима уже был выращен. Для этого выбрали семена рапса ввиду того, что рапсовое масло не содержит загрязняющих веществ, даже при наличии в растениях радиоактивных изотопов, таких как цезий. Проект поддерживается установленными правительством льготными тарифами. Доходы от полученных урожаев и энергии предполагают реинвестировать в проект. Инициаторы проекта надеются, что эта модель будет перенята и другими фермерами, основы существования которых были подорваны в результате ядерного загрязнения, произошедшего в 2011 г.⁵³ В стране есть определенное беспокойство по поводу того, что, если фермеры в этих районах решат продать свою землю, то местные населенные пункты исчезнут с карты страны. Модель деревни возобновляемой энергии предлагает выход из сложной ситуации – реализация данного проекта может помочь сохранить и землю, и местные населенные пункты, и благодаря получению доходов из двух источников одновременно привести даже к более высокому благосостоянию, чем-то, которое было до 2011 г.⁵⁴ Этот оптимизм не является беспочвенным. Япония стала пионером в развитии этой идеи в первую очередь из-за ограниченности территории. Однако оказалось, что ее

⁵¹ Movellan J. Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy. (10.10.2013) <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/10/japan-next-generation-farmers-cultivate-agriculture-and-solar-energy>

⁵² Movellan J. Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy. (10.10.2013) <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/10/japan-next-generation-farmers-cultivate-agriculture-and-solar-energy>

⁵³ http://www.newscientist.com/article/dn24816-renewable-village-offers-lifeline-to-fukushima-farmers.html?cmpid=RSS%7CNSNS%7C2012-GLOBAL%7COnline-news#.Ut_WNdLHldi

⁵⁴ http://www.newscientist.com/article/dn24816-renewable-village-offers-lifeline-to-fukushima-farmers.html?cmpid=RSS%7CNSNS%7C2012-GLOBAL%7COnline-news#.Ut_WNdLHldi

практическое использование может помочь в оживлении сельского хозяйства страны, которое испытывает серьезные проблемы (низкие доходы фермеров, старение рабочей силы и отсутствие преемников).

Нагасима ставил свои эксперименты в префектуре Тиба, и первым коммерческим проектом стал реализованный там же проект «Кадзусацурумай» фермера Такадзава Макото, который на трехметровых трубах установил 348 фотовольтаических батарей общей мощностью 34,4 кВт на 750 м² сельскохозяйственных угодий⁵⁵. Стоимость этой системы, производящей 35 тыс. кВт энергии, составила около 12,6 млн. иен. С учетом гарантированного на 20 лет тарифа в 42 иен за кВт*ч за год он заработает 1,6 млн. иен (помимо 100 тыс. иен, которые он получает за счет выращивания овощей, реализуемых поблизости). А в префектуре Айти фермер Цубои сам спроектировал и установил системы мощностью 50 кВт на высоте 5 м от земли, на которой он выращивает цитрусовые – так называемый «декобон» – гибрид мандарина и апельсина, получивший теперь название «соларбон»⁵⁶.

Компания «Кёсэра», о которой упоминалось выше, намерена возглавить (проектировать, возводить коммуникации, строить и обслуживать) проект стоимостью 89 млн. долл. по предоставлению 30 МВт энергии, полученной за счет солнечной энергии, производителям сельскохозяйственной продукции по всей Японии (в 80 населенных пунктах). Реализацией проекта займется Всеяпонская ассоциация сельскохозяйственных кооперативов в сотрудничестве с компанией «Мицубиси».⁵⁷ Этот проект является частью программы данной ассоциации, цель которой – установить местные солнечно-энергетические системы общей мощностью в 200 МВт, чтобы дать новый импульс развитию аграрного сектора и сельских поселений и повысить осведомленность граждан о значимости использования возобновляемой энергии.

Заинтересованность в развитии возобновляемых источников энергии проявляют и префектурные власти, оказывая активное содействие развитию солнечной энергетики. В 17 префектурах из 47 либо уже есть локальные солнечные установки мощностью не менее 1 МВт, либо планируется их смонтировать, причем в некоторых из них не ограничиваются только одной установкой. Производимая на них электроэнергия поставляется электроэнергетическим компаниям. В совокупности мощность локальных установок составляет 100 тыс. кВт (что эквивалентно месяч-

⁵⁵ Watanabe C. Solar Farmers in Japan to Harvest Electricity With Crops, BLOOMBERG (27.05.2014)

⁵⁶ Watanabe C. Solar Farmers in Japan to Harvest Electricity With Crops, BLOOMBERG (27.05.2014)

⁵⁷ Kyocera to back \$89M project to provide solar energy for Japan's farmers
<http://japandailynews.com/kyocera-to-back-89m-project-to-provide-solar-energy-for-japans-farmers-1830766/>

ной потребности в тепловой энергии 30 тыс. домохозяйств), тогда как коммерческие солнечно-энергетические станции производят лишь 70 тыс. кВт электроэнергии. Обратной стороной льготных для производящих солнечную электроэнергию компаний тарифов является более высокая стоимость энергии для потребителей. В этой связи в префектуре Хиросима планируют возвращать часть этой стоимости в виде субсидий для установки бытового энергосберегающего оборудования⁵⁸.

* * *

В результате пересмотра программы субсидирования солнечной энергетики и введения в 2012 г. тарифа, в четыре раз превышающего среднемировой, в Японии наблюдается быстрое увеличение солнечных мощностей, так называемый «солнечный бум», благодаря чему она стала одним из мировых лидеров в фотовольтаике.

Несмотря на то, что нехватка солнечных фотоэлементов, кризис перепроизводства в других производственных сегментах создания конечной солнечной установки (производство поликремния, фотоэлектрических преобразователей и т.д.), а также раздробленность энергосистемы страны, могут привести к определенным трудностям энергетических компаний, генерирующих электроэнергию из энергии Солнца, можно полагать, что в Японии будет продолжаться наращивание фотовольтаических и гелиотермальных мощностей.

Очевидно, что фактический прорыв в солнечной энергетике уже произошел (хотя полное замещение ископаемых энергоресурсов возможно только при экспоненциальном технологическом и экономическом развитии), и Япония, учитывая ее высокую импортную зависимость от поставок энергетического сырья и проблемы, возникшие в результате катастрофы 2011 г., будет, несомненно, претендовать на вхождение в число лидеров. Снижение же государственных субсидий в области солнечной энергетики может привести к уменьшению стоимости производимой на этих установках электроэнергии, что, в свою очередь, будет способствовать достижению сетевого паритета (когда цена 1 кВт*ч, произведенного с использованием ВИЭ, равняется или меньше стоимости 1 кВт*ч, произведенного за счет традиционных источников энергии). В результате отрасль станет самоокупаемой, что сделает перспективы ее развития еще более благоприятными.

⁵⁸ Hofilena J. Local Japanese governments committed to solar energy. (06.05.2013)
<http://japandailyexpress.com/local-japanese-governments-committed-to-solar-energy-0628316>