

Развитие и реализованные проекты солнечной энергетики в России

Введение

Солнечная энергетика России и Советского Союза имеет давнюю историю, ведущую начало ещё с 1920-х годов [1, 2]. К концу советского периода Россия имела развитый солнечно-энергетический комплекс (СЭК) на стадии НИР и ОКР, представленный рядом институтов и предприятий. Существовали и производства полукристаллического кремния «электронного» качества для нужд электронной промышленности, которые можно было использовать для изготовления солнечных фотоэлектрических модулей.

Начиная с 1990-х годов, в силу системного экономического кризиса, а впоследствии и неблагоприятной конъюнктуры на рынке кремния, такие производства были практически свёрнуты [3]. Идеи и разработки в солнечной энергетике не находили практического выхода; отрасль в целом переживала стагнацию. В то же время с середины 2000-х годов наблюдается возобновление интереса к развитию энергетики на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), включая солнечную энергетiku. О развитии собственных проектов в солнечной энергетике заявил ряд компаний. В конце 2000-х — первой половине 2010-х годов была разработана нормативно-правовая база в энергетике на основе ВИЭ, включая критерии и методы поддержки, требования к локализации производства, проектам и компаниям, реализующим проекты. С 2014–2015 годов в России идёт ускоряющееся строительство солнечных фотоэлектрических станций (СЭС). В 2015–2018 годах в России было возве-

Ситуация быстро меняется — доминирующие ещё пять-десять лет назад представления о практически полном отсутствии в Российской Федерации современной энергетики на основе ВИЭ устарели, но по инерции занимают заметное место в российском информационном поле. Этому способствует и то, что ситуация не отслеживается на систематической основе

дено около 500 МВт в более чем десяти субъектах РФ. Параллельно происходит создание и расширение отечественных производств комплектующих и оборудования для СЭК. Часть этих производств функционирует на производственной базе, созданной в советское время, часть относится к числу вновь созданных.

Ситуация быстро меняется — доминирующие ещё пять-десять лет назад представления о практически полном отсутствии в России современной энергетики на основе ВИЭ устарели, но по инерции занимают заметное место в российском информационном поле. Этому способствует и то, что ситуация не отслеживается на систематической основе, отсутствует статистика по энергетике на основе ВИЭ, недостаточно информационно-аналитических материалов по этой теме. Этот существенный пробел отчасти восполняется работами, проводимыми НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ, в частности, созданием геoinформационной системы (ГИС) по ВИЭ в России [4].

Рецензия эксперта на статью получена 15.08.2019 [Expert review on the article received on August 15, 2019].

УДК 621.311; 332.1. Научная специальность: 05.14.08.

Развитие и реализованные проекты солнечной энергетики в России

Кирилл С. Дегтярёв, научный сотрудник, Научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии (НИЛ ВИЭ), Географический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ); **Владимир А. Панченко**, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник, Институт пути, строительства и сооружений Российского университета транспорта (МИИТ), Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

В статье рассмотрены основные составляющие солнечного фотоэлектрического комплекса на территории России по состоянию на конец 2018 года. Перечислены построенные и строящиеся солнечные электростанции, а также компании, управляющие проектами в солнечной энергетике. Представлены производственные предприятия солнечно-энергетического комплекса, а также научно-исследовательские организации, ведущие разработки в области преобразователей солнечной энергии. Рассмотрены некоторые солнечные модули различной конструкции для тепло- и электроснабжения. Описаны основные тенденции и направления развития солнечной энергетики в России. В настоящее время наблюдается дефицит подробной и систематизированной информации о состоянии сетевых солнечных станций и автономных систем, а также основных компаний и организаций этой области в нашей стране, и, таким образом, данная статья до определённой степени восполняет этот пробел.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечно-энергетический комплекс, солнечные фотоэлектрические станции, инвестиционные проекты, география распределения.

UDC 621.311; 332.1. The number of scientific speciality: 05.14.08.

Development and realized projects of solar energy in Russia

Kirill S. Degtyaryov, research officer, Research Laboratory of Renewable Energy Sources (RL RES), faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (MSU); **Vladimir A. Panchenko**, PhD, Associate Professor, senior research officer, Institute of Road, Construction and Structures of the Russian University of Transport (MIIT), Federal Scientific Agroengineering Center VIM (All-Union Institute of Agricultural Mechanization)

The article deals with the main components of the solar photovoltaic complex in Russia as of the end of 2018. Solar power plants built and under construction, as well as companies managing projects in solar energy are listed. The production enterprises of the solar energy complex, as well as research organizations leading developments in the field of solar energy converters are presented. Some solar modules of various designs for heat and power supply are considered. The main trends and directions of development of solar energy in Russia are described. Currently, there is a shortage of detailed and systematic information on the status of network solar stations and Autonomous systems, as well as the main companies and organizations in this area in our country, and thus this article to some extent fills this gap.

Key words: solar energy, solar-energy complex, solar photovoltaic stations, investment projects, geography of distribution.

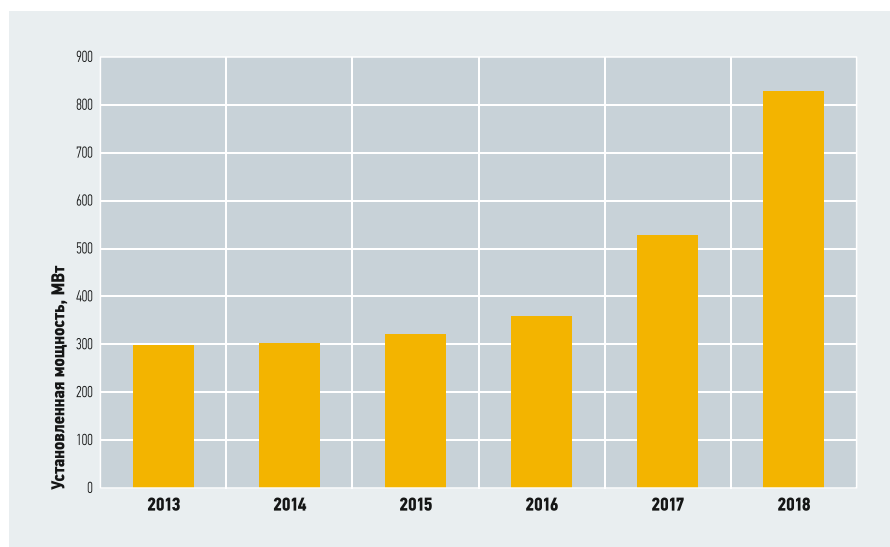


Рис. 1. Установленные мощности СЭС в России в 2013–2018 годах

Солнечные ФЭ-станции*, суммарная мощность по субъектам РФ

табл. 1

Субъект РФ	План, МВт	Построено**, МВт	Станции (мощность, год введения в эксплуатацию)
Алтайский край	50	0	–
Астраханская область	183	135	Володаровка (15, 2018), Промстройматериалы (15, 2018), Заводская (15, 2018), Нива (15, 2018), Фунтовская (Нива — вторая очередь; 60, 2018), Енотаевка (15, 2018)
Белгородская область	15	0	–
Волгоградская область	205	10	СЭС на площадке Волгоградского НПЗ (10, 2018)
Забайкальский край	75	0	–
Иркутская область	15	0	–
Липецкая область	45	0	–
Омская область	90	0	–
Оренбургская область	385	195	Переволоцкая (5, 2015), Грачевская (10, 2017), Соль-Илецкая (25, 2017), Орская им. Влазнева (40, 2017), Плешановская (10, 2017), Сорочинская (60, 2018), Новосергиевская (5, 2018)
Республика Алтай	55	40	Кош-Агачская (9, 2015), Усть-Канская (5, 2016), Онгудайская (5, 2017), Майминская (20, 2017)
Республика Башкортостан	171	50	Бурибаевская (20, 2016), Бугульчанская (три очереди; 20, 2016), Исянгуловская (10, 2017)
Республика Бурятия	145	10	Бичурская (10, 2017)
Республика Дагестан	10	1	СЭС в Каспийске (1, 2013)
Республика Калмыкия	124	0	–
Республика Крым	–	295	Родниковое (8, 2011), Перово (106, 2011), Охотниково (80, 2011), Митяево (32, 2012), Николаевка (70, 2013)
Республика Хакасия	5	5	Абаканская (5, 2015)
Самарская область	105	50	Самарская (две очереди; 50, 2018)
Саратовская область	140	40	Пугачевская (15, 2017), Орлов-Гайская (10, 2017), Новоузенская (15, 2018)
Ставропольский край	115	0	–
Челябинская область	60	0	–
Всего	2008	830 (535 без Крыма)	

* Прошедшие конкурсный отбор в 2013–2018 годах и построенные к концу 2018 года. ** К концу 2018.

Темпы роста установленных мощностей СЭС в России в 2013–2018 годах

табл. 2

Год	Установленная мощность к концу года, МВт	Рост мощностей к предыдущему году, МВт	Темпы роста к предыдущему году, %
2013	295	–	–
2014	300	5	1,7
2015	320	20	6,7
2016	360	40	12,5
2017	529	169	46,9
2018	829	300	56,7

К концу декабря 2018 года на территории России возведено около 550 МВт СЭС или более 25% от запланированных. В сумме с крымскими их мощность составляет почти 850 МВт

Данная работа, в свою очередь, носит информационно-аналитический характер и даёт актуальную информацию о строящихся и построенных СЭС, компаниях и производствах, направлениях и тенденциях в солнечной энергетике в России по состоянию на конец 2018 года.

В качестве информационной основы использованы данные: интернет-ресурса «АТС-энерго» о проектах, прошедших конкурсный отбор [5]; энергетических компаний, участвующих в энергетических проектах в солнечной энергетике; отраслевых энергетических ресурсов; информация деловых СМИ; экспертные оценки и данные собственных наблюдений. Отдельно рассматриваются крупные сетевые солнечные электростанции и малая автономная солнечная энергетика.

Планы и строительство крупных сетевых СЭС

Активное строительство крупных сетевых солнечных фотоэлектрических электростанций (СЭС) в Российской Федерации началось с 2014 года, а в Крыму с 2011-го. За этот период (2013–2018 годы) прошли конкурсный отбор проекты общей мощностью около 2000 МВт с планируемыми датами введения в эксплуатацию до 2022 года с размещением в 20 субъектах РФ. К концу декабря 2018 года на территории России возведено около 550 МВт СЭС в 11 субъектах РФ или более 25% от запланированных в 2013–2018 годах. Вместе с почти 300 крымских СЭС, построенных в 2011–2013 годах, их мощность составляет почти 850 МВт (табл. 1).

Темпы роста мощностей СЭС в России в 2013–2018 годах резко росли, существенно превысив мировые относительные показатели (табл. 2, рис. 1).

На данный момент более 800 МВт возведённых мощностей СЭС — это порядка 0,3% от всех электроэнергетических мощностей России. Исходя из коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) СЭС, их выработка может составить около 0,1% всей выработки электроэнергии в Российской Федерации. При наращивании мощностей до 2000–2500 МВт к 2022–2024 годам их доля в мощности и производстве электроэнергии в России может составить, соответственно, 0,8–1,0% и 0,3–0,4%.

По ряду СЭС существует информация от управляющих компаний о выработке электроэнергии (табл. 3).

В целом, они соответствуют ожидавшимся показателям выработки, а в некоторых случаях даже превосходят их.

Компании, управляющие проектами строительства сетевых СЭС

Практически всеми сетевыми проектами в солнечной энергетике России управляет несколько (менее десяти) компаний или групп компаний (табл. 4).

Группа компаний «Хевел» — вертикально интегрированный холдинг, работающий в солнечной энергетике и являющийся на данный момент крупнейшим в России. «Хевел» — компания, созданная группой компаний «Роснано» и холдингом «Ренова». В свою очередь, девелоперским подразделением «Хевел» является «Грин Энерджи Рус», находящаяся под управлением «Авелар Солар Технолоджи».

В настоящее время под управлением ГК «Хевел» — проекты сетевых СЭС общей мощностью около 900 МВт (45 % от всего объёма проектов в России), из них более 250 МВт построены на конец 2018 года (около 50 % общего объёма). Также «Хевел» отличается наиболее широкой географией проектов, охватывающей более десяти субъектов РФ. Производственный актив «Хевел» — завод по производству солнечных модулей в городе Новочебоксарске (Чувашия) с годовым объёмом производства 160 МВт гетероструктурных солнечных модулей.

ООО «Солар Менеджмент» — управляющая компания ГК «Энергия Солнца», куда входят также предприятия Международного расчетного центра (МРЦ) «Энергохолдинг» и «Комплекс Индустрия». Это, судя по объёму заявленных проектов,

Выработка электроэнергии некоторыми СЭС на территории России*

табл. 3

СЭС, регион	Период	Мощность станции	Выработка электроэнергии	Фактический КИУМ
Кош-Агачская СЭС, Республика Алтай	Апрель 2015 — ноябрь 2016 (1,6 года)	5 МВт	12000 МВт·ч	17,1 %
Бугульчанская СЭС, Башкирия	Январь — июль 2016 (0,6 года)	5 МВт	4500 МВт·ч	17,1 %
Абаканская СЭС, Хакасия	Декабрь 2015 — октябрь 2016 (0,8 года)	5,2 МВт	6 ГВт·ч	15,8 %
Северо-восток Якутии, четыре СЭС «Сахаэнерго»	2014 год	100 кВт (общая мощность)	100 МВт·ч	11,4 %
СЭС под управлением ГК «Хевел»	III квартал 2017 года	Около 100 МВт (общая мощность)	134 ГВт·ч	15,3 %

* По данным отраслевых источников.

второй по величине игрок на российском рынке солнечной энергетике. Планы данной группы компаний по строительству солнечных электростанций широко анонсировались в 2014–2015 годах, однако на данный момент из всего заявленного реализована лишь небольшая часть (при этом часть из них — уже другими участниками рынка). В том числе не выполнено большинство проектов с заявленными сроками введения в эксплуатацию ещё в 2015–2017 годах.

По информации деловой прессы, большая часть проектов группы выкуплена другими игроками, в том числе компаниями «Хевел» и «Солар Системс».

Под управлением ГК «Хевел» — проекты сетевых СЭС общей мощностью около 900 МВт (45 % от всего объёма проектов в России), из них более 250 МВт построены на конец 2018 года (около 50 % общего объёма). Также «Хевел» отличается наиболее широкой географией проектов, охватывающей более десяти субъектов РФ

ООО «Солар Системс» — предприятие, учреждённое китайской компанией Amur Sirius Power Equipment Co., Ltd. В свою очередь, Amur Sirius является специализирующимся на работе с Россией подразделением китайской группы Harbin Electric Co., Ltd. (ранее Harbin Power Equipment, Ltd.), являющейся одной из троих крупнейших в Китае производителей энергетического оборудования. Предприятие владеет заводом в Подольске [ООО «Солар Кремниевые технологии» (СКТ)], бывшим Подольским химико-металлургическим заводом. На данный момент предприятие производит кремниевые пластины. Используется исходное кремниевое сырьё, поставляемое из города Усолы-Сибирского (Иркутская область; компания ООО «Группа Нитол», предприятие «Усолы — Сибирский силикон»), хотя данное предприятие пережило кризис и судьба производства не определена. На предприятии в Подольске осуществляется выращивание кристаллов кремния и выплавление кремниевых слитков, далее — производство из них кремниевых пластин. Затем они поставляются в Китай, где изготавливаются солнечные ячейки, которые возвращаются на СКТ.

Крупнейшие компании, управляющие проектами СЭС в России

табл. 4

Компания / группа компаний	Мощности СЭС, МВт*	Расположение запланированных СЭС	Мощности СЭС, МВт**	Расположение построенных СЭС***
«Хевел»; «Авелар Солар Технолоджи»; «Грин Энерджи Рус»	900	Алтайский край, Астраханская, Волгоградская область, Забайкальский край, Омская, Оренбургская область, Республика Алтай, Башкортостан, Бурятия, Калмыкия, Саратовская область	260	Астраханская область, Оренбургская область, Республика Алтай, Башкортостан, Саратовская область
«Энергия Солнца»; МРЦ «Энергохолдинг»; «Комплекс Индустрия»	435	Астраханская, Белгородская, Волгоградская область, Забайкальский край, Иркутская, Липецкая область, Бурятия, Калмыкия, Ставропольский край, Челябинская область	60	Астраханская область
«Солар Системс»; «Кремниевые технологии»	305	Волгоградская, Самарская область, Башкортостан, Калмыкия, Ставропольский край	50	Самарская область
ПАО «Т-Плюс»; Оренбургская ТГК	230	Оренбургская, Самарская, Саратовская область	145	Оренбургская область
ПАО «Фортум»	115	Астраханская, Оренбургская, Саратовская область, Башкортостан, Калмыкия	5	Башкортостан
ПАО «РусГидро»; ООО «МЭК-Инжиниринг»	10	Дагестан	1	Дагестан
АО «Евросибэнерго»; Красноярская ГЭС	5	Хакасия	5	Хакасия
Всего	2000		520	
«Актив Солар»		Крым	295	Крым

* Планируемые мощности. ** Введённые в эксплуатацию на декабрь 2018 года. *** На конец 2018 года.



☀ Солнечные панели производства Новочебоксарского завода идут на экспорт в Европу

ПАО «Т-Плюс», занимающая четвертое место по общей величине портфеля проектов СЭС, в том числе второе по объёму реализованных проектов на конец 2018 года, — бывшее ОАО «Волжская ТГК», являющаяся частью группы компаний «Т-Плюс», ранее называвшейся «КЭС Холдинг». Является одной из крупнейших в России частных компаний в сфере энергетики и теплоснабжения, объединяет ряд генерирующих мощностей, сбытовых и ремонтно-сервисных структур.

В Оренбургской области управлением проектами солнечной энергетики занимается также входящая в структуру компании Оренбургская ТГК (филиал «Оренбургский» ПАО «Т-Плюс»). Также одним из предприятий, управляющих солнечными электростанциями, является входящее в группу АО «Солнечный ветер».

ПАО «Фортум» [ранее ОАО «Территориальная генерирующая компания №10» («ТГК-10»)] владеет восемью ТЭС в Челябинской и Тюменской областях. Суммарная мощность генерирующих объектов «Фортум» по электрической энергии на 1 октября 2018 года составляет около 5 ГВт, по тепловой энергии — более 10 ГВт. В последние годы активно участвует в продвижении проектов солнечной и ветроэнергетики, а также приобретении солнечно-энергетических активов.

В частности, в ноябре 2017 года между ПАО «Фортум» и группой компаний «Хевел» было заключено соглашение о продаже построенных группой «Хевел» трёх СЭС: Плешановской (10 МВт) и Грачёвской (10 МВт) в Оренбургской области и Бугульчанской (15 МВт), которая находится в Башкортостане. Оперативное обслуживание станций продолжает осуществлять ГК «Хевел».

ПАО «РусГидро» — одна из крупнейших энергетических компаний России; контрольный пакет акций компании принадлежит государству. Общая установленная мощность электростанций «РусГидро» — около 40 ГВт, включая 47 ГЭС и ГАЭС (основная часть мощностей гидроэнергетики России) и электроэнергетические мощности АО «РАО «Энергетические системы Востока» (Дальневосточный ФО). «РусГидро» — один из лидеров развития энергетики на ВИЭ в России, включая строительство и управление геотермальными станциями (Камчатка), строительство малых ГЭС, а также ветростанций и солнечных станций. Из крупных проектов солнечных станций, находящихся в управлении компании, можно отметить строящуюся станцию в городе Каспийске (Республика Дагестан), частично введённую в эксплуатацию, и ряд автономных СЭС в Якутии.



☀ Солнечные панели российского производства в Тбилиси

АО «Красноярская ГЭС» — дочерняя компания ОАО «ЕвроСибЭнерго», наряду с компанией «РусАл» входящая в холдинг En+ Group. Основной производственный актив — Красноярская ГЭС (им. 50-летия СССР) мощностью 6 ГВт. Известный проект в энергетике на ВИЭ — Абаканская СЭС в Хакасии мощностью 6 МВт, построенная в 2015 году одной из первых в России. В ходе строительства СЭС было организовано собственное производство по выращиванию слитков мультикристаллического кремния в городе Ангарске (Иркутская область) и сборка инверторов в городе Дивногорске (Красноярский край).

Из крупных проектов солнечных станций, находящихся в управлении ПАО «РусГидро», можно отметить строящуюся станцию в городе Каспийске (Республика Дагестан), частично введённую в эксплуатацию, и ряд автономных СЭС в Якутии

«Актив Солар» (Activ Solar GmbH) — австрийская компания, находящаяся в собственности украинских физических лиц, владевшая «Заводом полупроводников» в Запорожье и осуществлявшая ряд крупных проектов строительства СЭС на территории Украины, возвела в 2011–2013 годах несколько СЭС в Республике Крым общей мощностью 300 МВт. С 2014 года компания сталкивается с рядом финансовых и правовых проблем. Вопрос принадлежности и дальнейшего функционирования возведённых ею СЭС в Республике Крым на данный момент находится в стадии решения.



Автономные солнечные станции

Крупнейшие проекты автономных солнечных электростанций в настоящее время связаны с Республикой Саха (Якутия). СЭС в Якутии возводятся АО «Сахаэнерго», являющимся дочерним предприятием ПАО «Якутскэнерго», в свою очередь принадлежащим ПАО «ЕЭС Востока» (49% акций), входящим в группу «РусГидро». С 2014 по 2017 годы было установлено 18 СЭС в отдалённых посёлках Якутии. Их общая мощность составляет около 2 МВт, из них 1 МВт приходится на Батагайскую СЭС в Верхоянском улусе — на данный момент это крупнейшая в мире солнечная электростанция за Полярным кругом, внесённая в данное качество в «Книгу рекордов Гиннеса». Также СЭС установлены в посёлках Тойон-Ары, Батамай, Ючюгей, Куду-Кюель, Дулгалах, Эйик, Джаргалах, Бетенкес, Столбы, Улуу, Эйик, Куберганя, Юнкюр, Иннях, Дельгей, Себян-Кюель, Орто-Балаган.

Помимо этого, идёт быстрое распространение автономных солнечных станций, установка солнечных панелей на объектах инфраструктуры (дороги, пешеходные переходы, детские площадки) и в частных хозяйствах России, преимущественно в южных регионах.

Из-за отсутствия системы сбора информации оценить с какой-либо степенью точности объём и динамику в этом направлении не представляется возможным. По экспертным оценкам, в частности, для одного из российских регионов — Республики Калмыкия — за последние несколько лет в частные хозяйства было поставлено около 500 панелей (порядка 50 кВт). В масштабах России общая установленная мощность автономных солнечных фотоэлектрических станций может составлять величину от нескольких

до нескольких десятков мегаватт. Преимущественно речь идёт о панелях китайского производства. Этому способствует отсутствие, в данном случае, требований к локализации производства, действующих для проектов сетевых СЭС. В то же время локально приобретаются и панели отечественных производителей.

Полного цикла в солнечной энергетике РФ пока не существует. Одна из ключевых проблем — дефицит отечественного производства «солнечного» кремния. Почти все производства, созданные ещё в СССР главным образом для нужд электроники, были остановлены в 1990-е и начале 2000-х годов

Российские производители и разработчики оборудования для солнечной энергетике

Сбор достаточно полной и адекватной информации в настоящее время затруднён, в том числе в силу динамичной, быстро меняющейся ситуации с разнонаправленными тенденциями. В разных источниках можно встретить упоминание о нескольких десятках (возможно, и больше) российских производителей и поставщиков солнечных модулей или комплектующих к ним, а также о планах и открытии новых производств. Однако в каждом конкретном случае отдельной задачей является выяснение, во-первых, реального состояния данного предприятия или проекта на текущий момент, во-вторых, является ли оно производителем или только импортером зарубежной (преимущественно китайской) продукции. Из реально дей-

ствующих производителей солнечных модулей можно, в частности, назвать: «Телеком-СТВ» (Зеленоград), Рязанский завод металлокерамических приборов (РЗМКП, Рязань) и ПАО «Сатурн» (Краснодар).

В большинстве или даже во всех случаях эти предприятия отличаются следующим: они созданы или существуют на базе ещё советских предприятий электронной и машиностроительной промышленности; солнечная энергетика является не единственным и даже не доминирующим направлением деятельности, а лишь «одним из»; по оценке представителей этих предприятий, узкая специализация в данном случае убыточна; при производстве солнечных модулей используются большей частью зарубежные комплектующие при отсутствии отечественных.

Полного цикла в солнечной энергетике России пока не существует. Одна из ключевых проблем — дефицит отечественного производства «солнечного» кремния. Почти все производства, созданные ещё в СССР главным образом для нужд электроники, были остановлены в 1990-е и начале 2000-х годов [3]. Новые проекты (в частности, в Усолье-Сибирском) столкнулись с проблемами, в связи с резким падением цен на кремний на рубеже 2000-х — 2010-х годов. При этом создание производств «солнечного» кремния требует большого объёма инвестиций и далее вынуждено работать в условиях жёсткой конкуренции, прежде всего со стороны китайских производителей. Последнее относится ко всем стадиям производства в солнечной энергетике.

Кроме того, есть ряд научно-исследовательских предприятий и организаций, занимающихся (также в большинстве случаев ещё с советского периода) разработками в том числе в солнечной энергетике. Среди них, в частности: ОАО «НПП Квант» и ВИЭСХ (ВИМ) (Москва); ФТИ им. А.Ф. Иоффе (Санкт-Петербург); Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва.

Представленные предприятия производят как стационарные планарные солнечные модули [6], так и компактные мобильные. Для строительных решений представлены солнечные кровельные панели [7], для высоковольтных солнечных электростанций — матричные солнечные модули [8], а для тепло- и электрогенерации — солнечные теплофотоэлектрические модули [9] (рис. 2). Эти и другие предприятия в ряде случаев, помимо НИОКР, занимаются и непосредственным коммерческим производством собственных солнечных панелей и модулей, как правило, небольшими партиями.

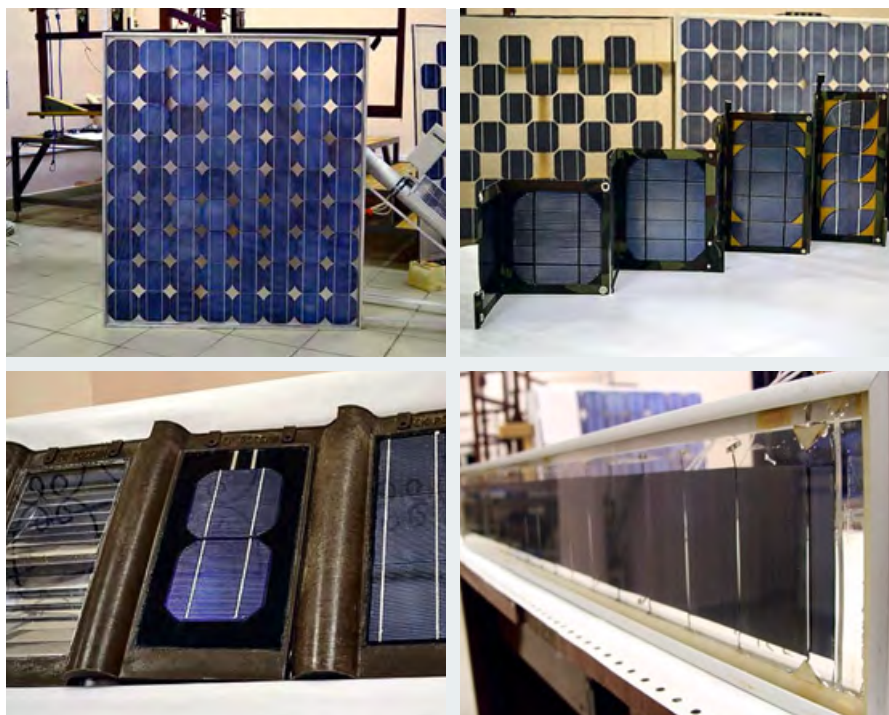


Рис. 2. Солнечные теплофотовольтрические модули различных типов [6–9]

Объёмы и динамику производства оборудования и комплектующих для солнечной энергетики в Российской Федерации на данный момент трудно проследить. Однако в последние годы созданы стимулы развития — прежде всего в виде требований к локализации производства для проектов в сфере ВИЭ, а также стимулирования проектов с использованием механизмов договоров поставок мощностей (ДПМ), компенсирующих инвестиционные затраты данных проектов.

Заключение

В России происходит ускоряющийся рост солнечной энергетики, выражающийся прежде всего в строительстве и запуске в эксплуатацию новых солнечных электростанций. При сохранении существующих темпов роста доля СЭС в общей выработке электроэнергии в России может достичь 0,3–0,4 % к середине 2020-х годов (установка 2–2,5 ГВт солнечных ФЭ-мощностей с общей годовой выработкой около или выше 2,5 ТВт·ч).

Установка новых генерирующих мощностей на основе солнечной энергии идёт главным образом в южных регионах России — в зоне, простирающейся от Крыма и Краснодарского края до Бурятии и Забайкальского края, включая Нижний Дон и Предкавказье, Нижнее и Среднее Поволжье, Южный Урал, юг Западной и Средней Сибири. Кроме того, крупные автономные СЭС строятся в Якутии. В настоящее время проекты СЭС охватывают более 20 субъектов РФ.

Управление основной частью проектов в солнечной энергетике осуществляется несколькими лидерами: «Хевел», «Солар Системс», «Т-Плюс», «Фортум», «РусГидро», «ЕвроСибЭнерго». Идёт процесс становления рынка, происходят сделки купли-продажи активов в солнечной энергетике между компаниями.

Установка новых генерирующих мощностей на основе солнечной энергии идёт главным образом в южных регионах России — в зоне, простирающейся от Крыма и Краснодарского края до Бурятии и Забайкальского края, включая Нижний Дон и Предкавказье, Нижнее и Среднее Поволжье, Южный Урал, юг Западной и Средней Сибири

Можно выделить два направления развития солнечной энергетики — крупные сетевые станции и малую автономную солнечную энергетику. В первом случае информации для оценки ситуации и перспектив существенно больше, чем во втором. В то же время очевидно, что установка малых автономных мощностей ВИЭ в частных и личных хозяйствах, а также на многих инфраструктурных объектах идёт высокими темпами, а общие мощности в целом по России могут быть оценены в величины порядка нескольких мегаватт или выше. Малая автономная

энергетика, в отличие от крупных сетевых станций, не регулируется требованиями о локализации и не стимулируется мерами поддержки. В связи с этим на данном рынке, по экспертным оценкам, доминируют установки зарубежного (преимущественно китайского) производства.

В Российской Федерации существует ряд научно-производственных и производственных предприятий, производящих оборудование и комплектующие для солнечной энергетики, от стадий НИР и ОКР до серийного производства солнечных модулей, монтажа и обслуживания СЭС. Значительная их часть создана на научно-производственной базе СССР. В то же время в России пока отсутствует полный цикл производства в солнечной энергетике. При производстве значительная часть приходится на импортные комплектующие и сырьё. Одна из ключевых проблем — дефицит собственного производства «солнечного» кремния.

Меры регулирования и поддержки в ВИЭ, такие как ДПМ и требования к локализации, уже дают положительный эффект и, вероятно, станут стимулом развития солнечной энергетики в России на всех стадиях производственного цикла. Требуется отдельная система поддержки малой автономной энергетики на отечественной производственно-технологической базе. ●

1. Дегтярёв К.С., Залиханов А.М., Соловьёв А.А., Соловьёв Д.А. План ГОЭЛРО и возобновляемые источники энергии // Энергетическая политика, 2016. №3. С. 55–64.
2. Стребков Д.С. История развития солнечной фотовольтрической энергетики в России / Возобновляемая и малая энергетика 2015: Сб. трудов XII Межд. науч.-практ. конф.; под. ред. П.П. Безруких, С.В. Грибова и др. — М.: Комитет ВИЭ РосЦИО, 2015. С. 266–278.
3. Наумов А.В. Рынок поликристаллического кремния: состояние и перспективы // Электроника НТБ, 2015. №9. С. 94–101.
4. Возобновляемые источники энергии России: ГИС [Электр. ресурс]. Режим доступа: gisre.ru. Дата обращения: 10.06.2019.
5. Администратор торговой системы (АТС) [Электр. ресурс]. Режим доступа: atsenergo.ru. Дата обращения: 10.06.2019.
6. Панченко В.А., Стребков Д.С., Персниц И.С. Разработка солнечных модулей с увеличенным сроком номинальной работы // Наноструктурированные материалы и преобразовательные устройства для солнечной энергетики: Сб. трудов III Всерос. науч. конф. (19–20 июня 2015 года). — Чебоксары, 2015. С. 91–94.
7. Strebkov D.S., Panchenko V.A., Irodionov A.E., Kirsanov A.I. The development of roof solar panels. Research in Agricultural Electric Engineering. 2015. Vol. 3. No. 4. Pp. 123–127.
8. Панченко В.А., Стребков Д.С., Поляков В.И., Арбузов Ю.Д. Высоковольтные солнечные модули с напряжением 1000 В // Альтернативная энергетика и экология, 2015. №19. С. 76–81.
9. Kharchenko V.V., Panchenko V.A., Tikhonov P.V., Vasant P. Cogenerative PV thermal modules of different design for autonomous heat and electricity supply. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Hershey, PA (USA). IGI Global. 2018. Pp. 86–119.

References — see page 95.

Development and realized projects of solar energy in Russia. Pp. 74–79.

Kirill S. Degtyaryov, research officer, Research Laboratory of Renewable Energy Sources (RLRES), faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (MSU); **Vladimir A. Panchenko**, PhD, Associate Professor, senior research officer, Institute of Road, Construction and Structures of the Russian University of Transport (MIIIT), Federal Scientific Agroengineering Center VIM (All-Union Institute of Agricultural Mechanization)

1. Degtyaryov K.S., Zalihanov A.M., Solov'ev A.A., Solov'ev D.A. *Plan GOJeLRO i vozobnovljaemye istochniki jenergii* [Plan of the State Commission for Electrification of Soviet Russia and renewable energy sources]. *Jenergeticheskaja politika* ["Energy industry politics" Magazine]. 2016. No. 3. Pp. 55–64. [In Russian]
2. Strebkov D.S. *Istorija razvitiya solnechnoj fotoelektricheskoy jenergetiki v Rossii* [The history of the development of solar photovoltaic energy in Russia]. *Vozobnovljaemaja i malaja jenergetika 2015: Sb. trudov XII Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Renewable and Small Energy 2015: Proc. of the XII International Scientific and Practical Conference]. Edited by P.P. Bezrukih, S.V. Gribkov et al. Moscow. *Komitet VIJe RosSNIO* [The Committee on Problems of the Use of Renewable Energy Sources of the Russian Union of Scientific and Engineering Public Associations]. 2015. Pp. 266–278. [In Russian]
3. Naumov A.V. *Rynok polikristallicheskogo kremnija: sostojanie i perspektivy* [The market of polycrystalline silicon: state and prospects]. *Elektronika NTB* ["Electronics: Science, Technology, Business" Magazine]. 2015. No. 9. Pp. 94–101. [In Russian]
4. *Vozobnovljaemye istochniki jenergii Rossii: GIS* [Renewable energy sources of Russia: Geo-information system]. Web-source: gisre.ru. Acces data: June 10, 2019. [In Russian]
5. *Administrator torgovoj sistemy (ATS)* [The administrator of the trading system (ATS)]. Web-source: atsenergo.ru. Acces data: June 10, 2019. [In Russian]
6. Panchenko V.A., Strebkov D.S., Persic I.S. *Razrabotka solnechnyh modulej s uvelichennym srokom nominal'noj raboty* [Development of solar modules with an extended period of rated operation]. *Nanostrukturirovannye materialy i preobrazovatel'nye ustrojstva dlja solnechnoj jenergetiki: Sb. trudov III Vseross. nauchn. konf. (19–20 ijunya 2015 goda)* [Nanostructured materials and converting devices for solar energy: Proc. of the III All-Russian Scientific Conference (June 19–20, 2015)]. Cheboksary. 2015. Pp. 91–94. [In Russian]
7. Strebkov D.S., Panchenko V.A., Irodionov A.E., Kirsanov A.I. The development of roof solar panels. *Research in Agricultural Electric Engineering*. 2015. Vol. 3. No. 4. Pp. 123–127.
8. Panchenko V.A., Strebkov D.S., Poljakov V.I., Arbuzov Ju.D. *Vysokovol'tnye solnechnye moduli s naprjazheniem 1000 V* [High-voltage solar modules with a voltage of 1000 V]. *Alternativnaja jenergetika i jekologija* ["Alternative energy and ecology" Magazine]. 2015. No. 19. Pp. 76–81. [In Russian]
9. Kharchenko V.V., Panchenko V.A., Tikhonov P.V., Vasant P. Cogenerative PV thermal modules of different design for autonomous heat and electricity supply. *Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development*. Hershey, PA (USA). IGI Global. 2018. Pp. 86–119.