

УДК 911.9:338.45:620.91(100)

В.В. Акимова¹

ТИПОЛОГИЯ СТРАН ПО УРОВНЮ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

За последние несколько лет солнечная энергетика превратилась в одну из самых перспективных и быстроразвивающихся отраслей мирового топливно-энергетического комплекса. Солнечная энергетика присутствует более чем в 60 странах мира, а в ряде стран способна составить серьезную конкуренцию традиционной энергетике, особенно в условиях достижения сетевого паритета. Рассмотрен состав межсекторального солнечно-энергетического комплекса (СЭК), в который входят две отрасли солнечной энергетике – фотовольтаика (ФВ) и гелиотермальная солнечная энергетика (ГТЭ) (включая системы концентрирования солнечной энергии, КСЭ); их материальная база, т.е. производство сырьевых материалов, комплектующих и оборудования (материальная база для каждой отрасли своя), сфера НИОКР, услуги по обслуживанию солнечных установок.

В результате анализа особенностей и структуры солнечно-энергетического комплекса составлена типология стран мира по уровню его развития, в рамках которой выделены четыре основных типа: страны с полным солнечно-энергетическим комплексом; страны с фрагментированным солнечно-энергетическим комплексом; страны с солнечно-энергетическим комплексом-трансплантом и страны с единичными импортными элементами солнечно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: солнечно-энергетический комплекс, фотовольтаика, гелиотермальная солнечная энергетика, концентрирующая солнечная энергетика.

Введение. Солнечная энергетика представляет собой одну из самых быстроразвивающихся отраслей топливно-энергетического комплекса мира, темп ее роста в 2 раза выше, чем у ее главного конкурента – ветровой.

Солнечная энергетика присутствует более чем в 60 странах мира, а в ряде стран способна составить серьезную конкуренцию традиционным отраслям топливно-энергетического комплекса (ТЭК), особенно в условиях достижения сетевого паритета.

Большой потенциал роста отрасли обусловлен такими глобальными факторами, как необходимость обеспечения национальной энергобезопасности, растущая озабоченность экологическими последствиями использования горючих полезных ископаемых, активная инновационная деятельность в области альтернативной энергетике и постоянное удешевление энергии, производимой солнечными установками.

Введем понятие солнечно-энергетического комплекса (СЭК), под которым понимается межсекторальный комплекс экономики. Его назначение – преобразование энергии солнечного происхождения. СЭК – сложная, межсекторальная система производства разных видов энергии (электрической и иной), ее транспортировки, распределения и использования. СЭК объединяет природный, экономический, институциональный, социальный аспекты человеческой деятельности, интегрируя экономический

вектор производства с социальным вектором потребления товаров и услуг.

Большая часть литературных источников по этой тематике носит экономический или инженерно-технологический характер и малоприменима при рассмотрении географических задач. Данные разрозненны в связи с тем, что солнечная энергетика пока еще очень фрагментированная отрасль, вследствие чего нет четких критериев, какие производства к ней относить, а также отсутствует статистическая информация о структурных компонентах солнечно-энергетического комплекса. Исследован мировой солнечно-энергетический комплекс, дано определение этому объекту мирового ТЭКа и проведена типологизация стран по уровню его развития.

Материалы и методы исследования. Методической и методологической основой работы послужили статистические данные Международного энергетического агентства (International Energy Agency, IEA) [URL: www.iea.org, 2014], Европейской фотовольтаической индустриальной ассоциации (European Photovoltaic Industry Association, EPIA) [URL: www.epia.org, 2014], Европейской гелиотермальной электроэнергетической ассоциации (European Solar Thermal Electricity Association, ESTELA) [URL: www.estelasolar.eu, 2014], Национальной лаборатории США по возобновляемым источникам энергии (National Renewable Energy Laboratory, NREL) [URL: www.nrel.gov, 2014], Аме-

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирантка; e-mail: atlantisinspace@mail.ru

риканской администрации энергетической информации (U.S. Energy Information Administration, EIA) [URL: www.eia.gov, 2014]. Для типологизации стран мира по уровню развития солнечно-энергетического комплекса автор взяла интервью в 302 компаниях, полностью или частично осуществляющих свою деятельность в сфере солнечной энергетики, такими как «Йингли» (Yingli, КНР), «Сантел Пауэр» (Suntech Power, КНР), «Трина Солар» (Trina Solar, КНР), «Канадиан Солар» (Canadian Solar, КНР), «Ханвха Солар» (Hanwha Solar One, КНР), «Джинко Солар» (Jinko Solar, КНР), «Фёрст Солар» (First Solar, США), «Санпауэр» (Sunpower, США), «Соларуолд» (Solarworld, Германия), «Шарп» (Sharp, Япония), «Реньюабл Энерджи Корпорэйшн» (Renewable Energy Corporation, Норвегия) и т.д.

Результаты исследований и их обсуждение.
Структура солнечно-энергетического комплекса. СЭК представляет собой интегрированную систему различных видов деятельности, формально (статистически) относящихся к разным секторам экономики (первичному, вторичному, третичному) [Социально-экономическая..., 2013], но объединенных целевой функцией в экономике и обществе; в рассматриваемом случае это производство разнообразных видов энергии и слагающие элементы. Рассмотрим основные компоненты СЭК.

Первичный сектор – природные ресурсы (солнечная энергия; полезные ископаемые: кремний, кадмий, индий, теллур, галлий, медь, селен и т.д.) используются как сырье для отраслей вторичного сектора.

Вторичный сектор – в данном случае продукция следующих отраслей обрабатывающей промышленности:

- металлургическая – производство кремния металлургического качества, опор для установок промышленного масштаба;
- химическая – производство специальных покрытий для фотоэлектрических преобразователей или фотоэлементов (ФЭП), поликремния, специальных соединений, включая фуллерены;
- электронная – производство следящих устройств, микрочипов, проводников, ФЭП разных поколений;
- стекольная – производство особого стекла для систем концентрирования солнечной энергии (КСЭ);
- транспортное машиностроение (автомобильный и воздушный транспорт);
- энергетическое машиностроение – производство турбин для систем КСЭ, градирен при системе сухого охлаждения;
- точное приборостроение – производство приборов, измеряющих характеристики окружающей среды.

В состав отраслей вторичного сектора можно включить строительство зданий и сооружений для контроля за работой солнечных установок промышленного масштаба.

Третичный сектор (или сектор услуг) – собственно производство, распределение, использование солнечной тепловой или электрической энергии, оказание услуг населению в установке и монтаже солнечных установок, дизайн и наблюдение за работой установок. Сюда же входят системы управления и организации процесса выработки солнечной электроэнергии, транспортные услуги, информация, реклама и др.

Главная функция СЭК – производство и перераспределение энергии, полученной за счет использования энергии Солнца. В основе производства тепло- и электроэнергии лежат две основные технологии, позволяющие разделять солнечно-энергетический комплекс на два подтипа: фотовольтаический СЭК и гелиотермальный СЭК. Фотовольтаический СЭК использует технологии прямого преобразования солнечной энергии в электроэнергию, а гелиотермальный использует технологии преобразования солнечной энергии в тепло (с помощью солнечных коллекторов) и технологии концентрирования солнечной энергии с ее последующим преобразованием в электроэнергию [Безруких, 2007; Березкин, 2013; Виссаронов, Дерюгина, 2008; Мейтин, 2000; Mills, 2004].

Типология стран по уровню развития солнечно-энергетического комплекса. На основании данных о составе СЭК, а также интервью с 302 компаниями и с учетом факторов развития и современной географии мировой солнечной энергетики проведена типологизация стран по уровню его развития.

Предлагается выделять четыре типа: страны с полным СЭК, страны с фрагментированным СЭК, страны с СЭК-трансплантом и страны с единичными импортными элементами СЭК (таблица).

Страны с полным солнечно-энергетическим комплексом играют определяющую роль в развитии солнечной энергетики, в них сконцентрировано более 1/2 мировых установленных мощностей отрасли, а мировая солнечная энергетика впервые прошла становление и развитие как современная отрасль мирового хозяйства начиная с 70-х гг. XX в. В них сконцентрированы производственные мощности по выпуску солнечных установок. Эти страны составляют каркас территориальной структуры отрасли в мире. Их компании лидируют на мировом рынке производства солнечно-энергетического оборудования, комплектующих, а также предоставления услуг по установке и эксплуатации солнечных установок. Национальные компании развивают всю цепочку производства – от выпуска поликремния, кремниевых пластин, ФЭП, солнечных модулей до монтажа и рекламы, причем полные производственные цепи покрывают все звенья как фотовольтаической, так и концентрирующей и гелиотермальной солнечной энергетики.

К этому типу стран относятся США, Германия, Япония, а с недавних пор и КНР. Несмотря на то что полный СЭК в КНР оформился позже, здесь

Типология стран по уровню развития солнечно-энергетического комплекса, 2013 г.

| № | Тип | | Страны |
|---|---|---|---|
| 1 | С полным солнечно-энергетическим комплексом | | США, Германия, Япония, КНР |
| 2 | С фрагментированным солнечно-энергетическим комплексом | с полным фотовольтаическим и полным гелиотермальным, но без КСЭ | Южная Корея |
| | | с фрагментированным фотовольтаическим, но полным гелиотермальным комплексом без КСЭ | страны, которые имеют потенциал для создания собственного полного фотовольтаического СЭК, сохраняя и полный гелиотермальный |
| | | | страны, которые в дальнейшем будут развивать гелиотермальную энергетику |
| | | с фрагментированным фотовольтаическим, но полным гелиотермальным комплексом, включая КСЭ | Испания |
| | | с фрагментированным гелиотермальным без КСЭ, но с полным фотовольтаическим комплексом | Канада |
| | | с фрагментированным гелиотермальным комплексом (без КСЭ) | Венгрия, Иордания, Ирландия, Кипр, Ливан, Македония, Новая Зеландия, Финляндия, ЮАР |
| | | с фрагментированным фотовольтаическим комплексом | Болгария, Румыния |
| | | с фрагментированным гелиотермальным и фотовольтаическим | Греция, Австралия, Нидерланды, Норвегия, Словакия, Словения, Таиланд, Украина, Россия |
| 3 | С солнечно-энергетическим комплексом-трансплантом | страны с фотовольтаическим комплексом-трансплантом | Филиппины, Малайзия |
| | | страны с фрагментированным гелиотермальным (без КСЭ) комплексом и концентрирующим (КСЭ) комплексом-трансплантом | Алжир, Египет, Марокко, Тунис, Чили |
| 4 | С единичными импортными элементами солнечно-энергетического комплекса | | Барбадос, Албания, Зимбабве, Латвия, Литва, Эстония, Люксембург, Мальта, Намибия, Уругвай |

отрасль развивалась очень быстро, в настоящее время КНР вышла на лидирующие позиции в мире.

Проанализируем уровень развития солнечно-энергетического комплекса на примере США. В соответствии с отчетом SEIA за 2012 г. в США существует около 100 предприятий по производству фотовольтаических компонентов (поликремний, кремниевые пластины и чушки, ФЭП, модули и инвертеры) [URL: www.seia.org, 2014], которые пол-

ностью покрывают всю цепь по созданию добавленной стоимости в сфере фотовольтаической солнечной энергетики, причем на территории США оперируют как национальные, так и зарубежные компании (последние преимущественно представляют интересы Германии, Китая и Японии). Так, крупнейший завод мощностью 500 МВт/год по производству ФЭП и солнечных модулей – предприятие немецкой компании «Solar World» в штате Орегон. В США

также осуществляют деятельность другие зарубежные компании, например, «Schott Solar» и «Siemens» (Германия), «Sanyo», «Kyocera» (Япония) и «Suntech» (КНР), последней компании принадлежит небольшой завод в Аризоне) [Platzer, 2012].

Компании предпочитают размещать свои предприятия в местах, где есть спрос на их продукцию, особенно в случае с индивидуальными солнечными установками. Промышленная солнечная энергетика дополнительно требует минимизации транспортных издержек. Особенно это проявляется в отношении концентрирующей солнечной энергетике, где в связи с большими размерами систем КСЭ, а также с ее технологической сложностью многие компоненты создаются на месте преимущественно одной и той же компанией, основная роль которой заключается в сборке установки в том месте, где происходит ее строительство.

В США фотовольтаические предприятия размещены в основном в Калифорнии, Аризоне, Техасе, Орегоне, Огайо и Колорадо; предприятия, специализирующиеся на концентрирующей солнечной энергетике, – в Калифорнии, Колорадо и Неваде. Из-за развития мировых сетей поставок объем производства на внутренний рынок варьирует, особенно в сфере фотовольтаики. Так, на внутреннее потребление в 2012 г. пришлось в стоимостном выражении 20% произведенных в США кремниевых солнечных модулей и 71% тонкопленочных, 45% инверторов, 94% монтажного оборудования и 59% электронных компонентов [Platzer, 2012].

Отметим, что между этими четырьмя главными странами наблюдается очень тесная кооперация, некое подобие компаний. Так, в США на внутренний рынок работают иностранные филиалы или дочерние предприятия немецких, японских и китайских компаний, в свою очередь в Германии – китайские, американские и японские, в Японии и Китае наблюдается аналогичная ситуация. Единственное исключение – отношение китайских и американских компаний носит однонаправленный характер, т.е. китайские компании на территории США есть, а американских в Китае нет, что связано с конкуренцией этих стран на мировом рынке.

Многие компании Японии, США и Германии также имеют предприятия в развивающихся странах, чтобы снизить затраты на производство готовой солнечной установки за счет низкой стоимости рабочей силы. Но в указанных странах наблюдается высокий потребительский потенциал, за счет чего начинают развиваться солнечно-энергетический комплекс. Например, один из крупнейших экспортеров фотоэлементов в США – Малайзия, так как там находятся производственные мощности двух американских компаний «First Solar» и «SunPower». Японским компаниям «Sanyo» и «Kyocera» в свою очередь принадлежат предприятия по сборке солнечных модулей в Мексике, работающие преимущественно на экспорт.

Именно компании этих четырех стран в наибольшей степени присутствуют на рынках других стран, как по числу их иностранных филиалов, так и в отношении торговли на экспорт.

Страны с фрагментированным солнечно-энергетическим комплексом. К этой типологической категории относятся страны, в которых солнечная энергетика показывает стабильно высокую динамику роста по приросту новых тепло- и электроэнергетических мощностей, а также по наращиванию производственных мощностей для увеличения выпуска солнечных установок.

В странах этого типа представлен не весь СЭК, а лишь его отдельные составляющие – национальные компании частично покрывают звенья по созданию добавленной стоимости различных солнечных установок. Отсутствие оставшихся звеньев компенсируется импортом необходимых товаров из стран, относящихся к типу с полным СЭК, или из стран с фрагментированным СЭК, которые имеют полную производственную линию для создания компонентов или оборудования для той подотрасли солнечной энергетике, развитие которой на данный момент необходимо стране-импортеру.

Среди стран этого типа можно выделить 7 подтипов:

1) *с полным фотовольтаическим и полным гелиотермальным комплексом, но без КСЭ*, например, Южная Корея. В этих странах национальные компании покрывают все звенья по созданию добавленной стоимости фотовольтаических и гелиотермальных (солнечные коллекторы) установок, но сектор концентрирующей солнечной энергетике полностью отсутствует. Это объясняется тем, что для эффективной работы систем КСЭ необходима более высокая инсоляция, чем для фотовольтаики. Если последняя хорошо работает 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, как правило, эффективнее, чем фотоэлектрическая система. Кроме того, для максимальной эффективности работы концентрирующих систем необходимы обширные свободные площади в связи с тем, что КСЭ – прежде всего промышленная солнечная энергетика. В Южной Корее национальных компаний, оперирующих в данном секторе, нет;

2) *с фрагментированным фотовольтаическим, но полным гелиотермальным без КСЭ* (Великобритания, Дания, Италия, Бельгия, Бразилия, Турция, Мексика, Израиль, Австрия, Израиль, Индия, Польша, Португалия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция), т.е. к этому подтипу относятся страны, которые недавно стали развивать фотовольтаическую энергетике. Основным фокусом развития в недавнем прошлом была исключительно простая гелиотермальная солнечная энергетика. В рамках

этого подтипа на основании анализа перспектив расширения солнечного бизнеса компаний, принявших участие в интервью, а также, учитывая современную экономическую обстановку и конкуренцию с китайскими производителями, можно в свою очередь выделить два подтипа:

а) страны, которые имеют потенциал для создания собственного полного фотовольтаического СЭК, сохраняя и полный гелиотермальный; к ним относятся Великобритания, Италия, Бельгия, Австрия, Индия, Франция, Чехия;

б) страны, которые и в дальнейшем будут развивать гелиотермальную энергетику (Дания, Бразилия, Турция, Мексика, Израиль, Польша, Португалия, Швейцария, Швеция);

3) *с фрагментированным фотовольтаическим, но полным гелиотермальным, включая КСЭ*, – к этому подтипу относится только Испания – лидер в развитии концентрирующей солнечной энергетики. Испания стала первой страной в Европе, которая пошла по пути развития концентрирующей солнечной энергетики, в связи с чем на ее территории сформировался полноценный комплекс систем КСЭ со специализированными центрами НИОКР (включая университеты) и производственными линиями. Гелиотермальная солнечная энергетика также полностью представлена национальными компаниями, что объясняется простотой технологий, в то время как фотовольтаический комплекс представлен лишь отдельными звеньями;

4) *с фрагментированным гелиотермальным без КСЭ, но с полным фотовольтаическим*, этот подтип представлен только Канадой. Это уникальный случай, так как здесь представлен фрагментированный гелиотермальный комплекс за счет того, что длительное время Канада закупала солнечные коллекторы у США, одного из крупнейших производителей этой технологии. После 2009 г., когда правительство провинции Онтарио запустило программу «зеленых тарифов», солнечная энергетика получила стимул к развитию. До этого момента солнечная энергетика в стране была представлена солнечными коллекторами для нагрева воды, импортируемыми из США. После введения «зеленого тарифа» на первый план вышла фотовольтаика, более приемлемая для данного климата. Фотовольтаика получила монополию, так как «зеленый тариф» не распространялся на технологии КСЭ и хранения энергии в силу того, что эти технологии не «испытаны» в условиях климата Онтарио;

5) *с фрагментированным гелиотермальным (без КСЭ)* (Венгрия, Иордания, Ирландия, Кипр, Ливан, Македония, Новая Зеландия, Финляндия, ЮАР). К этому подтипу относятся страны, в которых развивается только простая гелиотермальная энергетика, а фотовольтаика отсутствует или представлена единичными элементами. Это обусловлено тем, что для развития полноценного фотовольта-

ического комплекса необходимо выполнение ряда условий: от наличия специализированных центров НИОКР, металлургических и химических заводов и заканчивая компаниями, отвечающими за рекламу. В дополнение к этому выпускаемая продукция должна быть конкурентоспособна как на мировом, так и на внутреннем рынке, что в сложившейся ситуации с доминированием китайских компаний пока невозможно, к тому же все эти страны находятся в окружении других стран, где фотовольтаика получила активное развитие. Еще одна причина неразвитости этого сектора во многих странах рассматриваемого типа заключается в отсутствии спроса на фотовольтаические установки из-за их весьма высокой стоимости, в связи с чем страны продолжают использовать на электростанциях нефть, газ или уголь;

6) *с фрагментированным фотовольтаическим* (Болгария, Румыния). К этому подтипу относятся страны, в которых солнечная энергетика развивается в последние 2–3 года вследствие государственных программ по стимулированию отрасли. Страны сразу стали ориентироваться на развитие фотовольтаической энергетики, причем промышленной, в связи с тем, что на индивидуальные установки в этих странах нет спроса из-за низких доходов населения, а в соответствии с энергетической политикой ЕС, в который эти страны входят, необходимо увеличивать количество электроэнергии, произведенной за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [Masson et al., 2014];

7) *с фрагментированным гелиотермальным и фотовольтаическим* (Греция, Австралия, Нидерланды, Норвегия, Словакия, Словения, Таиланд, Украина, Россия). Страны, относящиеся к этому подтипу, можно в свою очередь разделить на два подтипа:

а) Австралия, Норвегия, Нидерланды, Россия – страны, которые развивают солнечную энергетiku в качестве одного источника энергии, т.е. для повышения уровня диверсификации источников энергии, но не уделяют ей такое большое значение, как, например, Германия, в связи с наличием собственных энергоресурсов (Австралия – уголь, Норвегия – гидроресурсы, Нидерланды – газ, Россия – нефть и газ). Эти страны в перспективе могут создать полноценные гелиотермальный и фотовольтаический комплексы;

б) Греция, Словакия, Словения, Таиланд, Украина – страны, которые по сырьевым и финансовым причинам (необходим поликремний, стекло особого качества, нет заводов по производству химических покрытий, фотоэлементов, оборудование для производства которых весьма дорогое, необходимы большие капитальные инвестиции) не могут позволить себе иметь полную цепь по созданию добавленной стоимости солнечных установок разного типа на своей территории. В этих странах представлены

отдельные производственные звенья, а отсутствие других компенсируется импортом из стран-производителей необходимых компонентов.

Страны с солнечно-энергетическим комплексом-трансплантом. К этой категории относятся страны, существенно отстающие по развитию отрасли от предыдущих. Солнечная энергетика в этих странах начала формироваться под воздействием присутствия на их территории крупных иностранных компаний, преимущественно американских, японских и немецких, т.е. компаний стран с полным СЭК.

Компании, размещающие в странах этого типа свои предприятия с целью уменьшения затрат на производство конечных установок, оказали пропульсивное воздействие на развитие солнечной энергетики в этих регионах. По образцу крупных корпораций здесь созданы свои малые национальные солнечно-энергетические компании, осуществляющие деятельность лишь в отдельных звеньях по созданию солнечных установок. Остальные звенья представлены филиалами иностранных компаний, которые осуществляют свое производство на территориях именно этих стран как на экспорт, так и на продажу внутри стран, относящихся к рассматриваемому типу. В рамках этого типа можно выделить два подтипа:

1) *страны с фотовольтаическим комплексом-трансплантом* (Филиппины, Малайзия). В этих странах солнечная энергетика стала развиваться в последние несколько лет, когда на их территориях были введены в эксплуатацию производственные мощности крупнейших игроков на рынке солнечной энергетики – американских компаний «First Solar» и «SunPower»;

2) *страны с фрагментированным гелиотермальным (без КСЭ) комплексом и концентрирующим (КСЭ) комплексом-трансплантом* (Алжир, Египет, Марокко, Тунис, Чили). В этих странах в связи с высоким уровнем солнечной радиации и наличием свободных пустынных площадей наиболее эффективно использовать промышленную концентрирующую солнечную энергетику. Но эта отрасль очень наукоемка, требует высококвалифицированной рабочей силы для сборки установки и больших капитальных затрат, что в указанных странах отсутствует. Поэтому иностранные компании осуществляют свою деятельность практически на всех стадиях производства концентрирующих систем. В отношении простой гелиотермальной энергетики в

этих странах есть национальные компании, представляющие отдельные звенья производства солнечных коллекторов, но большая часть уже готовых продуктов импортируется из КНР, Европы, Израиля и т.д.

Страны с единичными импортными элементами солнечно-энергетического комплекса. В этих странах солнечная энергетика представлена единичными индивидуальными пользователями и компаниями, которые осуществляют закупку установок в других странах у крупнейших производителей, т.е. выполняют функцию ритейлеров, все установки импортные. К этому типу относятся Барбадос, Албания, Зимбабве, Латвия, Литва, Эстония, Люксембург, Мальта, Намибия, Уругвай.

Выводы:

– результат активного развития мирового солнечно-энергетического комплекса – его динамичная пространственная экспансия. Если на ранних этапах развития солнечной энергетики на региональном уровне ее можно было охарактеризовать как моноцентрическую, то сейчас происходит активный процесс появления новых полюсов роста. В Северной Америке в состав «солнечного клуба», включающего до недавнего времени только США, вошла Канада, в Европе к Германии, Италии, Франции и Испании присоединились Великобритания и Бельгия, в перспективе в лидеры могут выйти Болгария и Чехия. Из традиционных европейских центров развития отрасли по-прежнему сохраняют свое значение Германия, Италия и Испания. В течение последних 10 лет активно развивается азиатский мировой центр во главе с Китаем, Японией и Индией;

– наряду с динамичным развитием крупных центров возникает масса менее значимых, но способствующих изменению структуры размещения объектов отрасли, вероятно, эти новые центры станут локомотивами развития мировой солнечной энергетики;

– главная глобальная тенденция – сохранение лидерства за Европой и постепенное расползание отрасли по Северной Америке и Азии. В странах Южной Америки и Африки солнечная энергетика пока не получила столь широкое распространение, но в перспективе эти страны представляют собой один из основных регионов для развития отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ REFERENCES

Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость. М.: Лесная страна, 2007. 120 с.

Bezrukih P.P. Vozobnovljajemaja jenergetika: segodnja – real'nost', zavtra – neobhodimost' [Renewable energy: today – reality, tomorrow – necessity], Moscow, Lesnaja strana, 120 p. (in Russian).

Березкин М.Ю. Укрощение солнца // Наука и жизнь. 2013. № 12. С. 13–19.

Berezkin M.Ju. Ukroshhenie solnca [Taming of the Sun], Nauka i zhizn', 2013, no 12, pp. 13–19 (in Russian).

Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В. Солнечная энергетика. М.: изд. МЭИ, 2008. 276 с.

Vissarionov V.I., Derjugina G.V. Solnechnaja jenergetika [Solar energy], Moscow, Moskovskij jenergetičeskij institut, 276 p. (in Russian).

Мейтин И.И. Фотовольтаика: материалы, технологии, перспективы. Пусть всегда будет Солнце // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2000. № 6. С. 40–47.

Mejtin I.I. Fotovol'taika: materialy, tehnologii, perspektivy. Pust' vsegda budet Solnce [Photovoltaics: materials, technologies, prospects. Let the Sun be forever!], JeLEKTRONIKA: Nauka, Tehnologija, Biznes, 2000, no 6, pp. 40–47 (in Russian).

Официальный сайт Американской администрации энергетической информации. URL: www.eia.gov (дата обращения: 10.09.2014).

Официальный сайт Ассоциации производителей солнечной энергии США. URL: www.seia.org (Accessed: 19.09.2014).

Официальный сайт Европейской гелиотермальной электроэнергетической ассоциации. URL: www.estelasolar.eu (дата обращения: 20.09.2014).

Официальный сайт Европейской фотовольтаической ассоциации. URL: www.epia.org (дата обращения: 25.09.2014).

Официальный сайт Международного энергетического агентства. URL: www.iea.org (дата обращения: 25.09.2014).

Официальный сайт Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии. URL: www.nrel.gov (дата обращения: 25.09.2014).

Социально-экономическая география: понятия и термины: Словарь-справочник / Отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. 328 с.

Social'no-jekonomičeskaja geografija: ponjatija i terminy: slovar'-spravochnik [Social and economic geography: concepts and terms], Otv. red. Gorkin A.P., Ojkuмена, Smolensk, 328 p. (in Russian).

Masson G., Latour M., Rekinger M., et al. Global market outlook for photovoltaics 2013–2017, EPIA [online]. 2014. URL: http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf (дата обращения: 13.09.2014).

Mills D. Advances in solar thermal electricity technology // Solar Energy. 2004. Vol. 76, pp. 19–31.

Platzer M. U.S. Solar Photovoltaic Manufacturing: Industry Trends, Global Competition, Federal Support, Congressional Res. Service (CRS) Report for Congress, [online], 2012. URL: http://www.eenews.net/assets/2012/05/02/document_pm_01.pdf (дата обращения: 13.09.2014).

Поступила в редакцию
13.11.2014

V.V. Akimova

TYPOLOGY OF THE COUNTRIES IN TERMS OF THE HELIOENERGETICS DEVELOPMENT

Recently the helioenergetics has become a most prospective and rapidly advancing branch of the global fuel-energy complex. At present it develops in more than 60 countries of the world and in some of them it could compete with the traditional energy production, particularly if a network parity is reached. The structure of a cross-sectoral solar energy complex (SEC) which includes two sectors of helioenergetics, i.e. photovoltaics (PhV) and heliothermal energetics (THE) including the systems of solar energy concentration (SEC), is described, as well as their specific material basis (production of raw materials, components and equipment) and the R&D sphere oriented at the helioenergetics servicing (the tertiary sector).

As a result of the analysis of specific features and structure of the solar energy complex the countries of the world were classified in terms of its development and four major types were identified, i.e. countries with full-range SEC; countries with fragmented SEC; countries with transplanted SEC; and countries with imported elements of SEC.

Keywords: solar energy complex, photovoltaics, heliothermal energetics, solar energy concentration.