

5. «О теплоснабжении» [Текст]. – ФЗ№190 от 27.07.2010г.
6. ПонTRYгин, Л.С. Метод координат [Текст]/Л.С. ПонTRYгин. – Москва: «Наука»; главная ред-ция физ.-мат. лит-ры.
7. «Технический регламент о безопасности машин и оборудования» [Текст]. – Постановление Правительства РФ №753 от 15.09.2009 г.
8. «Die –с- Klasse» // Stuttgart, 2003

УДК 620.92

## РАЗВИТИЕ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ И В УКРАИНЕ

**В.Я. Жарков**, *к.т.н. доцент*

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Приведен анализ развития гелиоэнергетики в развитых странах, в странах содружества и в Украине. Это одна из быстро развивающихся отраслей энергетики. Мощность солнечных электростанций более 600 МВт.

The analysis of solar energy development in the developed countries, commonwealth countries and Ukraine. This is one of the fastest growing energy industries. Capacity of solar power plants of over 600 MW.

**Ключевые слова:** гелиоэнергетика, возобновляемые источники энергии, фотопанели, солнечные электростанции.

**Keywords:** solar power, renewable energy, solar panels, solar power.

Говоря о гелиоэнергетике, имеют в виду технологии преобразования энергии солнечного света в другие виды энергии, такие как тепловую и электрическую.

На сегодняшний день, когда в мировой экономике все отмечают существенный спад, отрасль солнечной энергетики, одна из немногих, которая отчитывается о положительной динамике роста. Причём показатели эти достаточно впечатляющие, заставили удивиться даже скептиков солнечной энергетики.

Различают три основных преобразователя солнечной энергии в электрическую: 1) фотоэлектрические преобразователи (ФЭП); 2) солнечные тепловые электростанции (СТЭС); 3) солнечные коллекторы (СК).

Отдельный ФЭП – это полупроводниковый прибор, преобразующий энергию фотонов (энергию света) в электрическую энергию. Наиболее распространённый материал для изготовления ФЭП – это кремний. Каждый отдельный ФЭП способен вырабатывать напряжение величиной около 0,5 В. Поэтому отдельные элементы собирают в модули, а модули – в панели.

Сегодня оптимальными для применения и самыми распространёнными являются ФЭП из моно- и поликристаллического кремния, хотя есть и другие варианты решения (панели на аморфном кремнии, тонкоплёночные панели, нанокристаллические панели и другие).

**Основные преимущества солнечных панелей:** высокая надёжность; минимальные эксплуатационные расходы; экологическая чистота; большой срок эксплуатации (на сегодняшний день, срок службы солнечных панелей доведён до 20-25 лет); простота установки, изменение выходной мощности достигается простым добавлением или демонтажем модулей. Другими словами, есть возможность постепенного увеличения мощности по мере необходимости и наличия финансовой возможности.

Интерес к солнечным панелям растёт с каждым годом, отсюда и старание производителей обеспечить рынок. Производители стремятся оптимизировать стоимость затрат на изготовление солнечных панелей, а возрастающий спрос способствует «сближению» процессов производства и покупки. Стоимость солнечной панели постоянно уменьшается, с динамикой \$50/Вт в 70-е годы, до \$1,5/Вт в 2005 г. Очевидно, что стоимость солнечной панели будет продолжать уменьшаться, а солнечная энергетика – развиваться.

**Развитие гелиоэнергетики в развитых странах.** Если в 1985 г. все установленные мощности мира составляли 21 МВт, то до 2005 года суммарные установленные мощности достигли 5 ГВт. В 2005 году в мире было выпущено 1817,7 МВт ФЭП. Это на 45 % больше, чем в 2004 году (1256 МВт). Для сравнения – рынок вырос на 40 %, 34 % и 67 % в соответственно в 2002, 2003 и 2004 годах [1]. Производство ФЭП в мире выросло с 1656 МВт в 2005 г. до 1982,4 МВт, в 2006 г. Япония удерживала мировое лидерство в производстве ФЭП 44% мирового рынка, в Европе производилось – 31 %, в США – 7 % от мирового производства, хотя в 2000 г. эта цифра доходила до 26 %.

За первое десятилетие XX в. ежегодный средний темп роста (CAGR) новых инсталляций солнечных панелей в мире составил 50,4 %, а общий фонд установленных батарей на конец 2010 года приблизился к 39,5 ГВт.

По данным Европейской фотоэлектрической ассоциации (EPIA), в 2011 г. в мире было подключено 27,7 ГВт новых СЭС. Суммарная установленная мощность всех СЭС в мире достигла 67,4 ГВт. А в 2012 г. общая мощность гелиоустановок на планете увеличилась на 31 ГВт, что стало небывалым рекордом за всю историю существования гелиоэнергетики, и превысила знаковый рубеж 100 ГВт, свидетельствуют данные EPIA. В ЕС она достигла 70 ГВт. За 2012 год в ЕС были установлены новые ФЭП мощностью 17 ГВт. Около половины этого прироста (8 ГВт) обеспечила Германия [5]. В Италии ФЭП уже обеспечивают примерно 7 % потребляемой электроэнергии, в Германии – 6 %, а в Болгарии, Чехии, Бельгии и Испании – по 3 %.

Лидерами мировой гелиоэнергетики 2012 г. являются Германия, Япония и США. Мировой рекорд – 5,1 ТВт.ч солнечной энергии произвела Германия в июле 2013 года. Германия не очень солнечная страна, но все же является мировым лидером в производстве солнечной энергии, показывая всему миру, что не обязательно находиться в центре пустыни Сахара, чтобы генерировать большой объем чистой энергии, исходящей от Солнца.

По данным Европейской фотоэлектрической ассоциации, общий фонд солнечных модулей на конец 2015 года составит 195,9 ГВт, то есть за 5 лет увеличится почти в 5 раз!

Германия намерена вложить \$1,848 трлн до 2030 г. в развитие ВИЭ, сообщает Всемирная ядерная ассоциация (WNA). К 2020 г., за два года до закрытия своих АЭС, Германия хочет сократить выбросы парниковых газов на 40 %, удвоить число ВИЭ, чтобы вырабатывать 35 % электричества в стране, и сократить основное потребление электроэнергии на 20 % [5].

Правительство Бельгии заявило в 2011 г., что к 2025 г. страна откажется от ядерной энергетики. Япония, после аварии на АЭС «Фукусима», установила целью достижение 28 ГВт совокупных солнечных мощностей к 2020 г. Парламент Японии в 2011 г. принял закон, обязывающий энергетические компании закупать электричество у «зеленых» производителей в течение 20 лет. Китай провозгласил целью достижение 10 ГВт солнечных инсталлированных мощностей к 2015 г. и 40-50 ГВт – к 2020 г.

2011-й год принес революционные изменения в стоимости солнечной энергетики. Установившиеся цены на 1 Вт в модуле в диапазоне \$1,00-1,10 означают резкое снижение цен по сравнению с уровнем в \$1,80 в первом квартале 2011 г. [5].

В целом же, разными сценариями предполагается, что к 2020 г. в мире будет установлено 350-600 ГВт «солнечных» мощностей, которые будут вырабатывать 100-400 кВт•ч. электроэнергии, а к 2030 г. – 1080-1800 ГВт, которые будут вырабатывать 200-1400 кВт•ч. электроэнергии [5].

В США (в отличие от Японии и ФРГ) отсутствует общенациональная программа развития гелиоэнергетики; такие программы реализуются в отдельных штатах, прежде всего в Калифорнии, Нью-Джерси, Орегоне и Техасе. Калифорния сейчас является третьим мировым рынком сбыта солнечных энергосистем. В штате Калифорния (в пустыне Мохаве) эксплуатируется единственный в мире комплекс (мощность – 354 МВт), что осуществляет коммерческое выработки электроэнергии с использованием концентраторов солнечной энергии. Разработку комплекса осуществляла израильская фирма, а его эксплуатацию ведет американская компания «FPL Energy».

Согласно прогнозу, в перспективе Япония и ФРГ сохраняют лидирующие позиции в мировой гелиоэнергетике, а ежегодный прирост установленных мощностей в этих странах превысит 30 %. Высокие темпы роста гелиоэнергетики прогнозируются также в Испании и Франции, власти которых недавно приняли серьезные программы развития этой отрасли.

**Малая гелиоэнергетика.** В 1990 г. Германия заняла место лидера в Европе в области использования фотоэлектрических систем для частного сектора. Правительственная программа «1000 энергетических крыш» была расширена до 2500 крыш, правительство оплачивало 70 % стоимости установки СЭС мощностью по 1-5 кВт, рассчитанных на 1-2 семьи. Позже была принята программа «100 000 энергетических крыш», тоже выполнена.

Для стимулирования солнечной энергетики в Германии поставщикам электроэнергии, получаемой на СЭС и отправленную в национальную энергосеть, в течение 20 лет предоставляются гарантированные (10 кратные) тарифы. Кроме того, при установке приусадебных СЭС владельцам частных домов предоставляются низкопроцентные кредиты сроком на 10 лет с освобождением от обслуживания в течение первых двух лет для частичной компенсации затрат на установку энергосистемы.

Германия в 2013 году переориентируется на солнечные батареи, устанавливаемые на крышах зданий. В сентябре СЭС Германии общей мощностью около 1 ГВт, в 80 % случаев были наземными крупногабаритными системами. Германия может отменить все льготы для производителей наземных крупногабаритных СЭС уже в 2013 году, чтобы простимулировать производство батарей, предназначенных для базирования на крышах зданий. Оценочная мощность подобных систем, устанавливаемых за месяц в стране, должна составить 200-300 МВт.

О внедрении соответствующих мероприятий заявила министр экологии, энергетики и устойчивого развития Франции Дельфин Бато (Delphine Batho) в ходе визита на завод по производству солнечных панелей MPO Energy в начале текущего года. В частности, правительство Франции вдвое увеличивает целевые показатели развития солнечной энергетики – до 1 ГВт в год. При этом планы по созданию малых кровельных СЭС увеличиваются с 200 до 400 МВт. Остальные 600 МВт относятся к строительству крупных солнечных парков, которые будут использоваться для исследований и помогут возродить депрессивные регионы страны. Кроме того, правительство Франции решило увеличить на 10 % «зеленый тариф» на электроэнергию для СЭС, использующих панели европейского производства.

**Развитие гелиоэнергетики в странах СНГ.** Развитие ВИЭ идет во всех государствах Содружества, но разными темпами и по различным направлениям. В Киргизии, России и Таджикистане имеется большой потенциал развития большой гидроэнергетики, в Казахстане – ветроэнергетики и гидроэнергетики, в Армении – малой гидроэнергетики, в Беларуси, Молдове и России – использования энергии из биомассы. В Азербайджане, Туркменистане, Узбекистане и Украине активно используется энергия солнца и ветра [4].

Для стимулирования ВИЭ в большинстве стран мира, в т.ч. в Украине, Белоруссии и Казахстане, введен «зеленый тариф». В 2012 году более 50 стран мира эффективно использовали «зелёный тариф» [4]. В России такой регулятор пока отсутствует [1]. Это означает, что создание по-настоящему эффективного механизма развития солнечной энергетики даже не планируется [3]. По мнению генерального директора ОАО «НПП «Квант»: «Ближайшие 10-15 лет в этом смысле станут важнейшими. Если мы останемся с 4,5 % ВИЭ к 2020 г.– мы безнадежно отстанем» [4]. В 2009 г. Правительством РФ были утверждены «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года», в которых устанавливается объем производства электрической энергии с использованием ВИЭ (рис. 1).

#### Программа развития до 2020 г. МВт

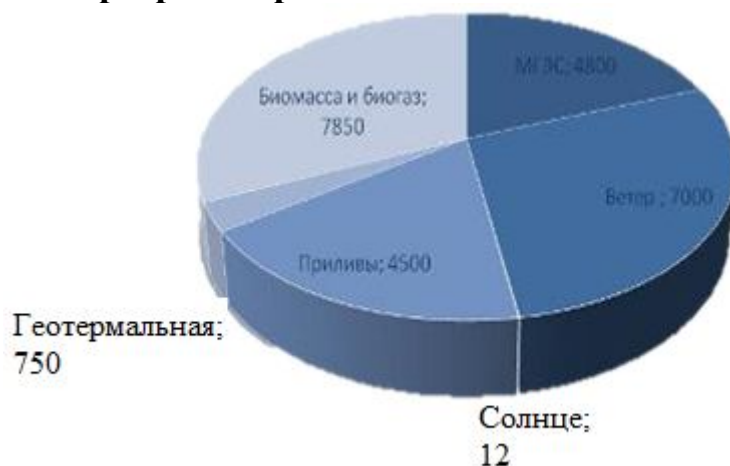


Рисунок 1 – Программа развития ВИЭ в РФ [4].

**Развитие гелиоэнергетики в Украине.** Для разных регионов Украины, годовая суммарная энергия светового потока, на единицу площади различна и колеблется от 1000 до 1350 кВт•ч/м<sup>2</sup> для горизонтальной поверхности. На сегодня монтаж СЭС «под ключ» в Украине составляет приблизительно \$4-5/Вт.

Все регионы Украины являются благоприятными для развития солнечной энергетики. Однако только четыре области активно используют альтернативные виды энергии – это АР Крым, Одесская, Николаевская и Запорожская области. Оптимистический вариант Украины — это 30 % возобновляемой энергии на уровне 2030 года.

В 2011 г. австрийская компания Activ Solar в Крыму, возле села Охотниково (Сакский район) построила СЭС общей мощностью 80 МВт. В январе 2012 г. та же компания объявила о завершении строительства и начале ввода в эксплуатацию СЭС «Перово» (Симферопольский район) на 100 МВт. На тот момент по мощности она превзошла солнечный парк «Сарния» в Канаде (97,5 МВт) и может считаться самой крупной в мире действующей электростанцией. СЭС «Перово» использует 440 тысяч кристаллических солнечных фотоэлектрических модулей и занимает площадь более 200 га, будет ежегодно производить 132,5 млн кВт•ч. экологически чистой электроэнергии, что позволит полностью обеспечить электроэнергией столицу АР Крым (с учётом пиковых нагрузок). Это позволит сократить выбросы углекислого газа на 105 тысяч тонн в год (таблица 1).

Украина в последние два года развивает альтернативную энергетику интенсивнее, чем традиционную. По состоянию на начало июня 2013 г., 96 компаний в Украине эксплуатировали 149 электростанций на возобновляемых источниках энергии, в том числе 50 фотоэлектрических установок.

Два последних года (2011-2012) украинская гелиоэнергетика развивалась быстрыми темпами. Из страны, где действовали только небольшие частные электростанции мощностью 20-40 кВт, Украина превратилась в один из самых быстрорастущих рынков гелиоэнергетики в Европе. В основном развитие обеспечивала австрийская Activ Solar (контроль над которой приписывают Андрею и Сергею Ключевым), за два года построившая 313 из 325 МВт всех солнечных мощностей Украины [2]. Activ Solar остается крупнейшим игроком с 96 % рынка. Остальных инвесторов будет сдерживать система защиты национального производителя.

Но места в гелиоэнергетике хватало всем. Например, к концу 2012-го один из крупнейших девелоперов – «Рентехно» – построил пять солнечных станций суммарной мощностью 6 МВт. Летом 2012 года «Энергоинвест» завершил строительство Слобода-Бушанской СЭС мощностью 1,8 МВт, а в октябре в селе Ясеновка заработала первая в Хмельницкой области СЭС мощностью 1 МВт, принадлежащая чешской Ekotechnik Praha. В июне текущего года ООО «Токмак Солар Энерджи» запустило третью очередь солнечной электростанции в Токмакском районе Запорожской области, после чего общая мощность Токмакской СЭС достигла 10 МВт. В Херсонской области

землю под СЭС получили чешская ROLSTON Invest, французская BETEN International и еще ряд компаний. Израильская SunElectra должна была построить под Одессой электростанции общей мощностью 25-30 МВт, а в Винницкой области должна была появиться СЭС «Пороги» (4,5 МВт, «Ренджи Девелопмент»). Кроме того, строилось множество станций до 50 кВт, а все вместе украинские солнечные мощности этого года превысили 600 МВт.

Таблица 1 – Крупнейшие фотоэлектростанции в мире, 2012 год

Пиковая мощность	Местонахождение	Описание	МВт•ч / год
247 МВт	Агуа-Калиенте, Аризона, США		
213 МВт	Чаранка, Гуджарат, Индия		
200 МВт	Голмуд, Китай		317 200
100 МВт	Перово, АР Крым, Украина	440 000 солнечных модулей, 200 га	132 500
97 МВт	Сарния, Канада	более 1 000 000 солнечных модулей	120 000
84,7 МВт	Эберсвальде, Германия	317 880 солнечных модулей	82 000
84,2 МВт	Монтальто-ди-Кастро, Италия		
80,7 МВт	Финстервальде, Германия		
80 МВт	Охотниково, АР Крым, Украина	360 000 солнечных модулей, 160 га	100 000
73 МВт	Лопбури, Таиланд	540 000 солнечных модулей	105 512
46,4 МВт	Амарележа, Португалия	более 262 000 солнечных модулей	
43 МВт	Староказачье, Украина	185 952 солнечных модулей	
34 МВт	Арнедо, Испания	172 000 солнечных модулей	49 936
33 МВт	Кюрбан, Франция	145 000 солнечных модулей	43 500
31,55 МВт	Митяево, Крым, Украина	134 760 солнечных модулей	40 000
11 МВт	Серпа, Португалия	52 000 солнечных модулей	
7,5 МВт	Родниково, АР Крым, Украина	32 600 солнечных модулей	9 683

В этом году бурный рост солнечной энергетики прекратился [3]. Во-первых, для станций, построенных после 1 апреля этого года, «зеленый» тариф будет ниже на 20 %. Во-вторых, получить его смогут только те компании, в солнечных модулях которых будет не менее 30 % сырья, материалов и работ украинского происхождения. Соблюсти последнюю норму из-за дефицита отечественных панелей компаниям будет непросто.

Теперь компании, не успевшие ввести СЭС в эксплуатацию в 2012-ом, заморозили проекты. Основной производитель панелей - киевский завод «Квазар». Его максимальная мощность – 20 МВт в год. Крупнейший из украинских производителей кремния – Запорожский завод полупроводников, с 2008 года принадлежит компании Activ Solar. Хотя все опрошенные «Инвестгазетой» игроки и говорят об интересе к гелиоэнергетике, но она постепенно перестает быть такой выгодной [3].

Все, сданные после 1 апреля 2012 г., СЭС будут продавать энергию в сеть не по 0,46 евро за Ватт, а по 0,35-0,37. Для построенных после 1 января 2015 года цена будет еще ниже и продолжит падать. Связанные необходимостью покупать дорогие украинские солнечные модули и кремний, инвесторы уже не смогут рассчитывать на быструю окупаемость проектов, как сейчас. Кроме того, пока нет четкой схемы подсчета процента местной составляющей, лишиться "зеленого «тарифа рискует каждый игрок».

Исходя из всего этого, уже сейчас можно говорить о сворачивании инвестиций в украинскую гелиоэнергетику. И о том, что рынок по-прежнему будет отраслью одного игрока – Activ Solar.

Как только фотоэнергетика стала участником «большой» энергетики, вскрылись проблемы, присущие традиционной электроэнергетике. Большие проблемы заключены в неравномерном графике нагрузки, как суточном, так и годовом. Мощность электросети должна рассчитываться на «часы пик», а в остальное время энергия остается невостребованной. В фотоэнергетике проблема усугубляется еще и 100 %-й (ночь-день) вариацией мощности [2].

До настоящего времени в Украине стремительно развиваются только крупные солнечные парки, а в частных домах и на малых предприятиях солнечные батареи – редкость. Одно из препятствий – украинская бюрократия, отмечают эксперты. Изменения в украинском законодательстве предусматривают, что полный «зеленый тариф» получают только те из них, кто в значительной степени использует отечественные материалы и оборудование. Поэтому иностранные инвесторы начали продавать свои солнечные мощности в Украине крупнейшим игрокам местного рынка. Однако пока что механизм государственного стимулирования солнечных батарей в частных домах не работает. «С начала следующего года, – говорит эксперт, – закон позво-



лит подключать к сети производителей солнечной энергии мощностью до 10 кВт. Зеленый тариф для них составит почти 4 гривны за 1 кВт•ч. Но как присоединять эти маленькие электростанции к сети – непонятно даже чиновникам: Национальная комиссия по регулированию энергетики должна разработать этот порядок. Неизвестно: ни какие документы должны готовить люди, ни то, платить им за электроэнергию будет облэнерго или другие структуры». Сейчас даже крупным компаниям трудно подключить солнечные батареи к сети. В Украине, где больше солнечных часов в год, чем в половине стран ЕС - частные солнечные батареи на крышах остаются скорее исключением, и их владельцы вынуждены фактически иметь в доме две отдельные электросети: централизованную, и свою – солнечную.

**Вывод.** Когда идея овладевает массами, она становится непобедимой. В Украине пока что такого не произошло, пока что законодательство стимулирует олигархов, и ничего не дает рядовым гражданам.

#### **Библиографический список**

1. Альтернативная энергетика России, 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aenergy.Report.ru>.
2. Гузенко, Н. Солнечное затмение. Бум украинской солнечной энергетики идет на спад [Текст]/ Н. Гузенко// ИнвестГазета. – №5. – 11-17 февраля 2013.
3. Методы государственного стимулирования развития альтернативной энергетики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aenergy.ru/1552>.
4. Перспективы Солнечной Энергетики/ С. Плеханов, генеральный директор ОАО «НПП «Квант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energyland.info/analitic-show-85637>
5. Развитие использования возобновляемых источников энергии в государствах – участниках СНГ [Текст]// Содружество Независимых Государств. Исполнительный комитет. – М., 2013. – 19 с.
6. Рынок фотоэлектрических модулей [Текст]// Ежеквартальный информационный бюллетень Возобновляемая энергия. – 2006. – Февраль. – С.13-14.

УДК 37 : 621.31 – 053

### **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КОНКРЕТНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОВ**

**Д.В. Кольжецов**, *к.т.н.*, **В.К. Кузнецов**, *к.т.н.*, *с.н.с.*,

**И.А. Марченко**, *к.т.н.*, *доцент*

**Ю.А. Сергунов**, *к.т.н.*, **И.В. Марченко**, *инж.*

*Россия, г. Москва, ВА РВСН им. П.Великого*

В настоящей статье проводится краткий анализ метода конкретных ситуаций (МКС) как образовательной технологии, излагается разработанный авторами информационно-аналитический материал (в терминологии МКС – так называемый «кейс»), посвященный понятию «состояние системы». Рассматриваются особенности толкования содержания данного понятия на философском, теоретико-системном и прикладном уровнях, а также его связь с ключевым термином предметной области электроэнергетики – «режим электроэнергетической системы (ЭЭС)».