

Исследования показали, что динамический режим обеспечивает концентрированный ввод тепловой энергии при качественном формировании шва. Полученные образцы сварных швов имеют мелкочешуйчатую поверхность. Ширина шва с лицевой и обратной стороны одинакова и составляет 4 мм, что свидетельствует о концентрированном вводе тепла в изделие. Сплавление образцов происходит по всей длине образцов. При сварке пластин дугой, горящей в динамическом режиме, даже с заведомым превышением кромок, равным толщине свариваемых пластин, обеспечивается гарантированное качество сварного соединения во всех пространственных положениях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славин Г.А., Столпнер Е.А. Некоторые особенности дуги, питаемой кратковременными импульсами тока // Сварочное производство. – 1974. – № 2. – С. 3–5.
2. Князьков А.Ф., Бирюкова О.С. Перспективы использования дуги горящей в динамическом режиме // Знания, умения, навыки – путь к созданию новых инженерных решений: Матер. регион. научно-практ. конф. – Томск, 2007. – С. 13–15.

Разработанное устройство обеспечивает устойчивое горение дуги в динамическом режиме, что позволяет улучшить качество сварного соединения и энергетические показатели работы за счет:

- обеспечения локального ввода тепла в изделие;
- широких регулировочных возможностей по частоте следования импульсов тока;
- исключения возможности протекания сквозного тока от источника питания через дуговой промежуток;
- исключения этапа предварительного заряда формирующей линии;
- исключения остаточного намагничивания сердечника быстронасыщающегося дросселя.

3. Трофимов Н.М., Синицкий Р.В. Динамические характеристики импульсной дуги при сварке в аргоне // Сварочное производство. – 1967. – № 8. – С. 8–10.
4. Устройство для формирования импульсов сварочного тока: пат. 2343051 Рос. Федерация. Заявл. 04.06.07; опубл. 10.01.09, Бюл. № 1.
5. Ицкохи Я.С., Овчинников Н.И. Импульсные и цифровые устройства. – М.: Советское радио, 1972. – 592 с.

Поступила 11.04.2010 г.

УДК 620.97

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Ф. Саврасов, Ф.В. Саврасов\*, А.В. Юрченко\*, В.И. Юрченко

ОАО НИИПП, г. Томск

\*Томский политехнический университет

Email: yur\_med@mail.ru

*Проведен годичный мониторинг совместной работы солнечно-ветровой энергетической установки и установлены оптимальные параметры их работы в зимний период. Методом многомерных векторов проанализированы различные факторы развития солнечной энергетики в Томской области и показан высокий уровень научно-производственной базы и приемлемого уровня солнечно-ветровых ресурсов.*

#### Ключевые слова:

*Возобновляемая энергия, фотоэлектрические системы, солнечная радиация, мониторинг работы солнечных батарей.*

#### Key words:

*Renewable energy, photovoltaic systems, solar radiation, tests of solar batteries.*

Коренное изменение структуры потребления энергетических ресурсов произошло в XX в. с преобладанием газовой и появлением ядерной энергетики, что расширило виды невозобновляемых энергетических ресурсов природы. Солнечная энергетика имеет наиболее простые причинно-следственные связи и позволяет достичь с природой равновесного или близкого к нему функционирования. Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена высокими темпами развития солнечной энергетики и расширением географии использования фотоэлектрических систем (ФЭС) [1, 2]. ФЭС в сочетании с ветроэнергетическими уста-

новками и топливными водородными элементами эффективны с точки зрения использования возобновляемых ресурсов. Согласно прогнозам (экспертов Госдумы) доля возобновляемой энергетики в России к 2015 г. составит 2,5...3 %, а эксперты Международного энергетического агентства прогнозируют в мире увеличение ее доли до 9...19 % к 2050 г.

Как показано во многих работах [1–4] баланс энергоресурсов на рынке Томской области (ТО) не положительный. Значительная часть электроэнергии (40 %) закупается в соседних регионах, а все дизельное топливо завозится. Многие север-

ные и северо-восточные территории ТО не имеют централизованного электроснабжения. В силу слабой промышленной инфраструктуры и низкой плотности населения включение этих территорий в централизованную систему энергообеспечения экономически не выгодно. В 81 населенном пункте, получающем электроэнергию от дизельных электростанций при цене порядка 15 р/(кВт·ч), целесообразно использовать местные природные возобновляемые энергоресурсы. Дизельные агрегаты выработали свой ресурс и аварии ведут к значительным материальным и социальным потерям. Капитальные затраты только на обновление дизельных электростанций требуют сотни миллионов рублей при ежегодных затратах на приобретение и доставку топлива сопоставимых с этими затратами. В условиях зимы расходы на энергоносители составляют в бюджете области порядка 40 %, более 1,4 трлн р. Суровый климат ТО, слабое развитие транспортной и энергообеспечивающей инфраструктуры при низкой плотности населения создают сложную социальную и экономическую ситуацию. Частично эти проблемы могут быть разрешены с использованием возобновляемых энергоресурсов [1, 5].

#### Мониторинг работы солнечных батарей в Томске

Благодаря континентальности климата Сибири, ее центральные районы получают больше солнечного света, чем районы Европы и Европейской части России, расположенные на той же широте [2]. Традиционно считающийся наиболее «солнечным» Северный Кавказ и большая территория Центральной и Восточной Сибири характеризуются одинаковыми суммами приходящей солнечной радиации от 4 до 4,5 кВт·ч (м<sup>2</sup>·день). Большая часть территории РФ от южных до северных границ независимо от широты располагает одинаковыми солнечными ресурсами от 3,5 до 4 кВт·ч (м<sup>2</sup>·день). Сюда же относится и Томская область. Для сравнения в самом «солнечном» районе Европы, на юге Испании, значение среднегодового дневного поступления солнечной радиации составляет

4,7 кВт·ч (м<sup>2</sup>·день), а на юге Германии, где в настоящее время активно внедряются солнечные установки, — 3,3 кВт·ч (м<sup>2</sup>·день). Безусловно, для России характерен гораздо более холодный климат, особенно в зимнее время, что накладывает ограничения и дополнительные требования к солнечным установкам. Не известны данные о влиянии снежного покрова на эффективность работы солнечных батарей и особенно в Сибири.

Важным представляется исследовать в условиях Сибири совместную работу солнечных и ветроэнергетических установок. Были проведены испытания (табл. 1) различных типов и конструкций ФЭС в Сибирских регионах, в том числе в г. Томске [6–8].

Мониторинг работы солнечной батареи в г. Томске в течение 1996–2003 гг. показал возможность ее эффективного использования. Демонстрационная солнечно-ветровая электрическая станция (СВЭС) оборудована на плоской крыше НИИПП [9]. В течение календарного года регистрировалась выработка электроэнергии станцией, а также приход солнечной и ветровой энергии. Приход энергии солнца и ветра определялся из показаний малогабаритной автоматической метеостанции, также установленной на крыше НИИПП и работающей круглосуточно. Целью исследований было оценить возможности энергетики на возобновляемых источниках энергии (Солнце и ветер) в условиях г. Томска и окрестностей. Электростанция включает электрогенераторы – солнечные батареи (СБ) мощностью 650 Вт (при плотности потока солнечной радиации 1000 Вт/м<sup>2</sup>) и ветроэлектрическую установку (ВЭУ) мощностью 200 Вт (при скорости ветра 8 м/с). На рис. 1 представлен внешний вид СВЭС. Максимально допустимая мощность нагрузки данной электростанции составляет 1 кВт. Суточная выработка электроэнергии зависит от скорости и продолжительности ветра и длительности солнечного сияния и может колебаться от 5 до 10 кВт·ч/сутки. СБ составлена из 4-х параллельно включенных солнечных модулей, ориентированных по азимуту на юг.

Таблица 1. Места и условия проведения испытаний

Тип ФЭС	Кол-во измерений	Мощность, Вт	Время испытаний	Место проведения	Контролируемые параметры	Тип конструкции
С-14-10	18408	10	1996–2003 гг.	г. Томск, Институт оптики атмосферы (ИОА СО РАН)	Ток короткого замыкания, 38 параметров атмосферы	Триплекс
СБ-200 «Ольхон»	253	200	Зима 2002 г.	г. Томск (НИИПП)	Вольтамперная характеристика, основные параметры атмосферы	Триплекс
ФСМ 1.5–3 «Арктика»	511	1,5	2006 г.	г. Томск, Новосибирск, Абакан	Вольтамперная характеристика, солнечная радиация, температура воздуха и СБ	Текстолит
ФСМ 50/14	2628	25	2005, 2006 гг.	г. Томск (ИОА СО РАН, НИИПП)	Вольтамперная характеристика, основные параметры атмосферы	Стекло/пленка
ФСМ 25/14	1276	25	2005–2007 гг.	г. Томск, Новосибирск, о. Байкал		
ФСМ 25/14	373	25	2007 г.	г. Владивосток		



Рис. 1. Образец СВЭС (Солнце + ветер)

Это обусловлено тем, что в северном полушарии Солнце каждый день в астрономический полдень находится в апогее строго в направлении южного полюса. Максимальная высота стояния Солнца в полдень 22 июня в г. Томске составляет  $57^\circ$ , а в полдень 21 декабря всего  $9,8^\circ$ . Общая площадь рабочей поверхности СБ составляет  $4,5 \text{ м}^2$ . Долгота дня (без предрассветных и предзакатных сумерек) составляет на широте г. Томска 22 июня 18 ч 36 мин, 21 декабря – 6 ч 50 мин. Суммарная солнечная радиация, приходящая на единицу поверхности состоит из прямой радиации и рассеянной аэрозолями воздуха, облаками или окружающими объектами. В период, когда нет устойчивого снежного покрова, доля рассеянной составляющей не превышает 15 %. С установлением снежного покрова доля рассеянной радиации снегом превышает 50...60 %, что было установлено непосредственно нашими измерениями.

Наличие снежного покрова зимой в ТО (до 6-ти месяцев) способствует увеличению выработки электроэнергии солнечными батареями в 1,5...2 раза по сравнению с территориями Германии, где зимой почти не бывает снега. Установлено, что для максимальной выработки электроэнергии в течение года солнечные батареи в **вертикальной** плоскости летом должны быть ориентированы под углом  $45...55^\circ$  к плоскости Земли, а зимой под углом  $80^\circ$  из приведенных выше высот стояния Солнца в экстремумах зимы и лета.

Ориентация ветрогенератора по ветру происходит автоматически за счет флюгирования. В течение года проводились исследования работы демонстрационной СВЭС и одновременно регистрировались показания автоматической метеостанции в части поступления на землю солнечной радиации и ветровой энергии. В табл. 2 приведены среднемесячные значения поступающей солнечной и ветровой энергии. Солнечная энергия, приходящая на  $1 \text{ м}^2$  поверхности в единицу времени – это параметр выдаваемый автономной метеостанцией. Энергия ветра, приходящая на  $1 \text{ м}^2$  плоскости перпендикулярной поверхности земли в еди-

ницу времени, Вт, пропорциональна кубу скорости ветра и рассчитывалась по формуле:  $P_0 = \rho V^3 / 2$  где  $\rho$  – плотность воздуха (в среднем  $1,2 \text{ кг/м}^3$ );  $V$  – скорость ветра, м/с. Суммарная поступающая энергия, кВт·ч, равна энергии, поступающей в единицу времени умноженной на время действия ветра и Солнца в течение суток.

Таблица 2. Поступление суммарной солнечной и ветровой энергии, (кВт·ч)/ $\text{м}^2$

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Год
Солнце	20,3	45,4	104,5	108,3	111	115,8	217,7	110	92,3	75,2	57,7	15,8	1074
Ветер	15,3	27,8	14,7	30,9	25,5	8,3	15,1	20,4	31,6	49	61,4	55,2	355,2

Из табл. 2 видно, что ветровой энергии за год поступило на единицу площади в 2,75 раза меньше, чем солнечной. В осенне-зимний период поступление ветровой энергии превышает или сравнимо с поступлением солнечной энергии. Используя данные таблицы можно оценить объем выработки электроэнергии ежемесячно или за год. Выработка электроэнергии ( $E_c$ , кВт·ч) вычислена из следующего соотношения:  $E_c = P_c S \eta$ , где  $P_c$  – поступление солнечной энергии на  $1 \text{ м}^2$  за определенный период, (кВт·ч)/ $\text{м}^2$ ;  $S$  – площадь рабочей поверхности СБ, равная  $4,5 \text{ м}^2$ ;  $\eta$  – КПД солнечной батареи, равный 15 %. Годовая выработка электроэнергии солнечной батареей демонстрационной СВЭС должна составлять 725 кВт·ч. Фактически выработанная электроэнергия составила 680 кВт·ч. Потери обусловлены КПД инвертора и контроллера заряда, а также с потерями в проводах на участке низковольтной цепи СБ – аккумулятор. Выработка электроэнергии ветрогенератором ( $E_v$ , кВт·ч) описывается выражением:  $E_v = P_v S N$ , где  $P_v$  – поступление ветровой энергии на  $1 \text{ м}^2$  площади, ометаемой ветроколесом, за период времени, (кВт·ч)/ $\text{м}^2$ ;  $S$  – площадь поверхности, ометаемая ветроколесом ( $2,5 \text{ м}^2$ );  $N$  – коэффициент использования энергии ветра, равный для 3-х лопастного колеса 0,45. На основании данных из табл. 2 получаем, что годовая выработка электроэнергии ветрогенератором СВЭС должна соста-

влять 400 кВт·ч. Фактически выработанная электроэнергия составила 380 кВт·ч вследствие потерь в системе. В табл. 3 приведены помесичные результаты выработки электроэнергии СБ и ВЭУ.

**Таблица 3.** Выработка электроэнергии СБ и ВЭУ, кВт·ч

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
СБ	12,8	28,6	65,8	68,2	73	75	133,4	69,3	58,1	48	36,8	11	680
ВЭУ	16,3	29,7	15,7	32,2	27,3	8,9	16,1	21,8	33,8	52,4	65,7	60,1	380

Исследования показали, что для оценки потенциальных возможностей солнечной и ветровой энергетики можно пользоваться статистическими метеоданными по поступлению солнечной и ветровой энергии. Из табл. 2 и 3 следует, что поступления солнечной энергии и выработка электроэнергии солнечной батареей зависят от времени года, в то же время поступление ветровой энергии подчиняется глобальным процессам перемещения воздушных масс. **Важным результатом следует считать оценку вклада снежного покрова в освещенность рабочей поверхности солнечной батареи.** В ясные дни освещенность за счет рассеяния снегом возрастает до 2-х раз по сравнению с освещением СБ только прямыми лучами. В пасмурные дни основной вклад в освещенность СБ вносит рассеянное излучение. **Это означает, что в течение почти полугода съем электроэнергии с единицы поверхности СБ в Сибири в 2 раза выше, чем в Европе при сопоставимых уровнях солнечной радиации.** Поскольку в демонстрационной СВЭС не предусмотрено слежение солнечной батареей за Солнцем, то была определена ее оптимальная ориентация в горизонтальной и вертикальной плоскости. В табл. 4 представлены данные по выработке электроэнергии солнечными модулями, ориентированными по азимуту в пяти направлениях. Ориентация в вертикальной плоскости составляла 55° к поверхности Земли.

**Таблица 4.** Азимутальная зависимость выработки электроэнергии СБ за день

Ориентация СБ	Юг	Ю-З	Запад	Ю-В	Восток
Электроэнергия за день, отн. ед.	100	97	75	86	85

Исследования показали, что для максимальной выработки электроэнергии солнечной батареей необходимо менять ее ориентацию относительно горизонта в течение года 2 раза. В бесснежный период СБ должна быть наклонена под углом 45...55° к плоскости Земли, а с установлением устойчивого снежного покрова, наклон солнечных батарей должен быть увеличен до 80°. Кроме увеличения выработки электроэнергии данная ориентация исключает налипание снега во время снегопада и метели.

**Мониторинг факторов развития солнечной энергетики**

Для изучения развития солнечной энергетики и реакции потребителей в Томской области используем метод многомерных векторов [10] в котором каждому участнику этих взаимодействий при-

своен набор показателей, располагающихся в многомерном пространстве: инвестирование, производство, распределение и оценка последствий. При введении фактора времени получается картина, отражающая прогноз развития на определенный период времени. В общем случае участники прогнозирования характеризуются некоторыми показателями (табл. 5), отражающими в совокупности потребности общества и выгоды участников прогнозируемого процесса.

**Таблица 5.** Базисные значения показателей участников прогнозирования

Факторы	Показатель	Значение показателя
Экономические	Источник качественного кварцита	0,290
	Квалифицированная рабочая сила	0,191
	Развитая транспортная система	0,124
	Дешевые энергоресурсы	0,091
	Дешевая рабочая сила	0,066
Производственные	Себестоимость технологического процесса	0,280
	Доступность сырьевых ресурсов	0,242
	Развитая сбытовая сеть	0,110
	Устойчивый спрос	0,105
Маркетинговые	Доступность финансовых ресурсов	0,064
	Номенклатура предлагаемых изделий солнечной энергетики	0,233
	Широкая рекламная кампания	0,220
	Доступная сеть доставки СБ	0,119
Потребительские	Развитая сеть обслуживания СБ	0,087
	Повышение качества индекса жизни	0,387
	Снижение повседневных затрат труда	0,208
	Снижение повседневных затрат денег	0,184
	Качество солнечных энергетических установок	0,068
Надежность солнечных энергетических установок	0,057	

Показатели располагаются в последовательности по мере их значимости для данного участника прогнозируемого процесса. Метод прогнозирования базируется на использовании показателей, выражающихся не в физических и технико-экономических единицах измерения или органолептических методах оценки, а на использовании факторного анализа и учитывает полученные результаты мониторинга и ниже описанные данные.

В Сибири [11] имеется сырьевая база (месторождения кварцитов), производство технического и монокристаллического кремния. Высококачественные месторождения кварцевых песков есть в Иркутской, Томской, Кемеровской областях и Якутии. За 2005–2010 гг. в Сибири достигнуто развитие новых технологий кремния солнечного качества:

- монокремния на горнохимическом комбинате и заводе цветных металлов г. Красноярск;
- мультикремния Институте геохимии СО РАН, г. Иркутск;
- порошка кремния, получаемого фторидным методом ООО «ЗИ ПОЛИ», г. Томск;



Рис. 2. Автономный источник электропитания на основе фотоэлектрических преобразователей АИЭП-5000

- порошковых и металлургических методов очистки кремния Институт оптического мониторинга СО РАН, г. Томск.

В эти же годы появились новые варианты реализации кремниевых проектов:

- ОАО НИТОЛ планирует создать в Усолье-Сибирском производство – 2...5 тыс. т в год;
- частный инвестор проектирует завод в Восточной Сибири – 3,5 тыс. т в год;
- в г. Томске при участии тайваньских инвесторов строится опытно-промышленная линия кремния солнечного качества.

В ТПУ совместно с Институтом оптического мониторинга (ИОМ) СО РАН, г. Томск, разработаны системы эксплуатационного контроля солнечных батарей, которые позволяют проводить их долговременные испытания. Создана и апробирована статистическая модель фотоэлектрического модуля, работающего при воздействии климатических и аппаратных факторах, апробирована аппаратура для контроля качества СБ, кабелей, преобразователей и других узлов АИЭП. Разработана методика долгосрочного прогнозирования выработки мощности солнечных энергетических комплексов для любых географических регионов с погрешностью для континентального климата 5 %.

В ИОМ СО РАН имеется задел в части обоснования методов диагностики окружающей среды, на основании которых будут разрабатываться новые образцы приборов и систем мониторинга. В НПЦ «Полус» накоплен большой опыт создания принципиально новых устройств преобразования электрической энергии. В настоящий момент на крыше 10 корпуса ТПУ имеется демонстрационная зона работы 240 Вт энергетической системы и на крыше института неразрушающего контроля ТПУ установлена 5 кВт энергосистема на основе солнечных и ветроэнергетических установок, которые будут обеспечивать аварийное освещение. Коллектив ОАО НИИПП имеет опыт разработки и производства комплексов на основе фотоэлектрических модулей энергоэффективных светодиодных источников освещения для военных и гражданских потребителей. Авторский коллек-

тив (ТПУ и НИИПП) имеет 5 патентов, две заявки на изобретения и ряд ноу-хау, а также более 50 опубликованных работ.



Рис. 3. Переносная солнечная электростанция АИЭП-200

Для создания автономных источников электропитания (АИЭП) индивидуального потребителя могут быть использованы сравнительно маломощные установки (от 50 Вт – палатка туриста, до 20 кВт – небольшое частное производство), преобразующие энергию ветра, Солнца, воды и других возобновляемых источников в электрическую энергию. Расчеты показывают, что для семьи из 4 человек, проживающей в отдельном доме, мощности 5...7 кВт хватает для снабжения электричеством всех бытовых приборов и для круглогодичного отопления дома. Положительным качеством АИЭП является их высокая заводская готовность. Если площадка для монтажа АИЭП подготовлена, то бригада из 2–3 человек может ее смонтировать за 6...8 ч. Гибридные АИЭП (солнечная батарея + ветрогенератор) имеют сроки окупаемости 3–5 лет [10]. Работающие АИЭП могут дополняться новыми устройствами для повышения мощности. В ОАО «НИИПП» разработан модельный ряд АИЭП установленной мощностью от 20 Вт до 20 кВт (рис. 2, 3). АИЭП могут быть изготовлены, как на основе солнечных батарей, так и в гибридном

исполнении (Солнце + ветер), (Солнце + микро ГЭС), (Солнце + ветер + дизельгенератор).

Развитие солнечной энергетики обеспечит не только экономию невозобновляемых ресурсов, но и повышение качества жизни за счет улучшения условий нахождения человека вдали от стационарных источников энергии. Проведенный анализ опыта зарубежных стран и различных групп потребителей, показал наличие потребителей, для которых цена не является определяющей категорией и не препятствует приобретению солнечного энергетического оборудования. Солнечные батареи в стеклянно-металлической конструкции органически вписываются в современный дизайн промышленного и индивидуального строительства. Потребителю интересны последствия использования СБ: повышение качества индекса жизни, снижение повседневных затрат труда и денег, качество и надежность СБ.

Согласно федеральному закону № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 27.11.2009 г. муниципальные организации обязаны принять программы по энергоэффективности до 15 мая 2010 г. В частности по этому закону расходы, затраченные организацией на проведение мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности, включаются в себестоимость. Бюджетные организации средства, сэкономленные в результате мероприятий по повышению энергоэффективности, могут использовать на увеличение годового фонда оплаты труда. Этим законом предполагается разработка целой серии мер по стимулированию кредитных, инвестиционных, капитальных и иных затрат в области повышения энергоэффективности [12].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном энергоснабжении. – М.: Энергоиздат, 2008. – 231 с.
2. Юрченко А.В., Саврасов Ф.В., Юрченко В.И. Реальная стоимость энергии – от ресурсов до потребителя // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 3. – С. 43–46.
3. Степаненко Н.И., Губин В.Е. Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в условиях регионов Сибири // Современные техника и технологии: Труды IX Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2003. – Т. 1. – С. 47–48.
4. Кадастр возможностей / под ред. Б.В. Лукутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.
5. Безруких П.П. Ветроэнергетика (Справочное и методическое пособие). – М.: Энергия, 2010. – 320 с.
6. Yurchenko A.V., Kozlov A.V. The results of the long-term environmental tests of silicon solar batteries in Siberia // PV Solar Energy: Proc. of XXI European Conf. – Dresden, Germany, 2006. – P. 2436–2439.
7. Yurchenko A., Kozlov A., Volkov A. Climatic and hardware factors influencing the output performances of silicon modules in Siberia and the far east conditions // Photovoltaic Solar Energy: Proc. of XXII European Conf. – Valencia, Spain, 2008. – P. 2989–2991.

Принято также Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 г. № 1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».

#### Выводы

1. Впервые в г. Томске проведен мониторинг совместной работы солнечно-ветровой электрической станции в течение года и установлено, что устойчивый снежный покров увеличивает энергоъем в зимнее время в два раза при сопоставимых уровнях солнечной радиации, а ветрогенератор эффективно дополняет солнечные батареи в этот период. Исследования показали, что для максимальной выработки электроэнергии солнечной батареей необходимо менять ее ориентацию относительно горизонта в течение года 2 раза. В бесснежный период солнечная батарея должна быть наклонена под углом 45...55° к плоскости Земли, а с установлением устойчивого снежного покрова наклон солнечных батарей должен быть увеличен до 80°. Кроме увеличения выработки электроэнергии данная ориентация исключает налипание снега во время снегопада и метели.
2. Показано, что объективными факторами развития солнечной энергетики в интересах населения и экономики Томской области является наличие в г. Томске развиваемого производства кремния солнечного качества, мелкосерийного производства солнечных батарей, развитой приборостроительной отрасли и научных организаций.
8. Бакин Н.Н., Ковалевский В.К., Плотников А.П., Юрченко А.В. Результаты климатических испытаний солнечной батареи в натуральных условиях г. Томска // Оптика атмосферы и океана. – 1998. – Т. 11. – № 12. – С. 1337–1340.
9. Саврасов В.Ф., Шапошников А.Г., Юрченко А.В., Юрченко В.И. Развитие систем на базе солнечных батарей // Военная техника, вооружение и современные технологии при создании продукции военного и гражданского назначения: Матер. IV Междунар. технол. конгр. – Омск, 2007. – С. 268–271.
10. Urchenko A.V., Kosloff A.B., Urchenko V.I. The predictive marketing abilities of the solar batteries in the market in Siberia. // Photovoltaic Solar Energy: Proc. Conf. – Dresden, Germany, 2006. – P. 3238–3240.
11. Саврасов В.Ф., Юрченко А.В., Юрченко В.И. Информационно-аналитические аспекты использования солнечной энергии // Информационно-измерительная техника и технологии: Матер. I научно-практ. конф. – Томск, 2010. – С. 63–69.
12. Зазимко В.И. Финансово-экономические аспекты федерального закона № 261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» // Вопросы подготовки и реализации региональных программ «Альтернативная энергетика и энергосбережение в регионах России»: Матер. научно-практ. конф. – Астрахань, 2010. – С. 5–13.

Поступила 29.12.2010 г.