

А.А. Вельченко<sup>1</sup>, к.т.н., И.И. Марончук<sup>2</sup>, к.т.н.,  
А.А. Парфёнов<sup>2</sup>, И.Б. Широков<sup>2</sup>, д.т.н.

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, РБ, <sup>2</sup>ФГАОВ ВО Севастопольский государственный университет, Севастополь, РФ

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАЛОМОЩНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

**Введение.** Солнечная энергетика является одной из наиболее быстро развивающихся областей народного хозяйства [1]. Экологически чистые тепловая и фотоэлектрическая энергии, источником которых является неисчерпаемая, возобновляемая, децентрализованная энергия Солнца, может позволить населению, проживающему в удалении от питающих электросетей, самостоятельно решать проблемы энергоснабжения. При этом становится актуальным моделирование поведения элементов СС при различных условиях их эксплуатации с целью оптимального выбора комплектующих для создания каждой индивидуальной СС.

**Цель работы:** анализ рынка основного и вспомогательного оборудования для СС перспективных к использованию в частных домовладениях, выбор оптимального оборудования в процессе проектирования с использованием программного пакета MATLAB, монтажа СС и контроля параметров ее эксплуатации.

**Экспериментальная часть.** Для проведения исследований был выбран частный жилой дом, расположенный в г. Алушта. Задача заключалась в бесперебойном электроснабжении объекта, осуществляемом как от городской электрической сети, так и от СС. Для моделирования работы разрабатываемой СС была выбрана программа MATLAB. При расчете к модели СС предъявляли ряд требований: точное описание характеристик, зависящих от температуры, освещенности, окружающей среды; точное преобразование вольт-амперной характеристики (ВАХ0) солнечных элементов при различных характеристиках отдельных частей СС.

Схема замещения (рис. 1), используемая для моделирования СЭ в MATLAB/Simulink, состоит из источника фототока  $I_{ph}$ , двух диодов  $D1$  и  $D2$ , через которые протекают токи насыщения  $I_s$  и  $I_{s2}$ , па-

параллельного резистора  $R_p$  и последовательного резистора  $R_s$ . Уравнение (1) служит для описания ВАХ элемента “Solar Cell”.

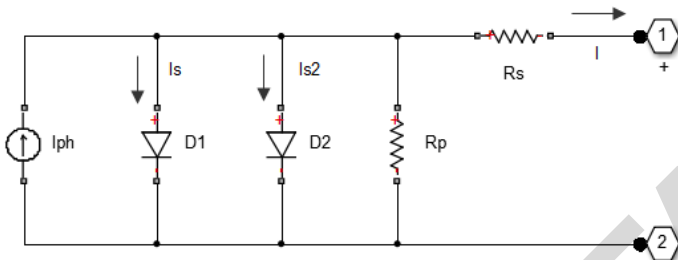


Рис. 1. Схема замещения фотоэлемента MATLAB/Simulink.

$$I = I_{ph} - I_s \cdot \left( e^{\frac{(V+I \cdot R_s)}{N \cdot V_t}} - 1 \right) - I_{s2} \cdot \left( e^{\frac{(V+I \cdot R_s)}{N_2 \cdot V_t}} - 1 \right) - \frac{(V + I \cdot R_s)}{R_p},$$

где:  $V_t$  - термическое напряжение;  $N$  - коэффициент эмиссии первого диода;  $N_2$  - коэффициент эмиссии второго диода;  $V$  - напряжение на зажимах солнечного элемента. Параметры  $I_{ph}$ ,  $I_s$ ,  $I_{s2}$ ,  $R_s$ ,  $R_p$  являются зависимыми от температуры СЭ.

Для моделирования СС использовали последовательное соединение блоков “Solar Cell”. Разработанные модели позволили получить семейство ВАХ (рис.2) при различных температурах работы СЭ и их различном количественном составе. При расчетах параметры интенсивности солнечного излучения задавались равными  $1000 \text{ Вт/м}^2$ . Расчетная мощность станции должна была составлять 3 кВт. Для проверки точности моделирования выполняли сравнение характеристик с двенадцатью солнечными модулями One-Sun FSM 250P суммарной мощностью 3 кВт.

Из рис.2 видно, что при температуре работы СЭ  $25^\circ\text{C}$  расчетные значения полностью соответствуют заявленной мощности станции. При нагреве панелей до  $70^\circ\text{C}$  мощность СС падает на 550 Вт, что говорит о несоответствии заявленным характеристикам при ее штатной работе. Видно, что для соответствия заявленным характеристикам к СС необходимо добавить дополнительные модули суммарной мощностью 500 Вт.

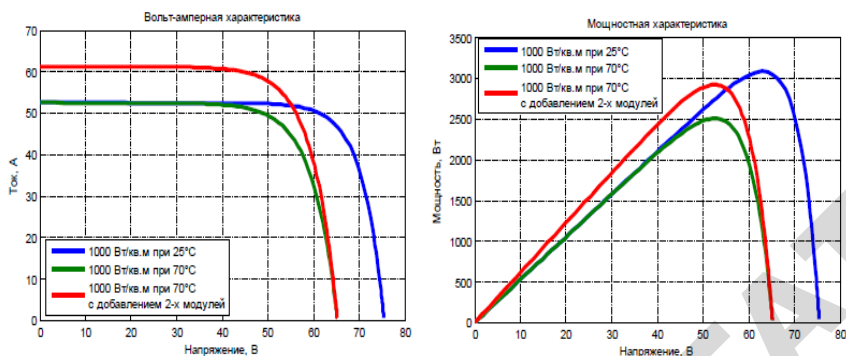


Рис. 2. Расчетные характеристики СС при различных температурах работы СЭ и их различном количественном составе: а – вольт-амперная характеристика; б – мощностная характеристика.

В процессе мониторинга рынка региона и учитывая результаты проведенного моделирования было выбрано следующее основное оборудование для сборки СС: фотоэлектрические панели One-Sun FSM 250P общей мощностью 3 кВт; контроллер заряда ViewStar VS5048N; 16 аккумуляторных батарей Sprinter XP12V3000 емкостью 93 А·ч каждая; соединенных комбинировано, по четыре последовательно и по четыре параллельно; инвертор ПРОГРЕСС-48-6000-HYBRID, однофазный, мощностью 5 кВт.

Станция была установлена на крыше объекта, где с целью обеспечения максимальной энергетической выработки СЭ были размещены под углом  $40^\circ$  и ориентированы на юг.

### Заключение

Отработана методика моделирования поведения СЭ при различных условиях их эксплуатации, используя программный пакет MATLAB. Разработаны модели для расчета ВАХ и мощностных характеристик СС при различных температурах работы СЭ и их различном количественном составе. В процессе мониторинга рынка региона и учитывая результаты моделирования, выбрано оборудование и собрана энергетическая солнечная установка.

### Список использованной литературы

1. Jeger-Waldau A. PV Status Report 2014. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. – 50 p.