

УДК 621

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Нестерёнок А.В., Залесский В.Б., Сенькевич Д.В.

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»
Минск, Республика Беларусь

Введение. При классическом расположении в утреннее и вечернее время на солнечный модуль попадает малое количество солнечного излучения. В то время как при использовании трёхмерных конструкций солнечных модулей увеличивается количество солнечного излучения в утренние и вечерние часы. Это происходит за счёт установки некоторых модулей в конструкции под большими углами к горизонту. Однако основным выигрышем при использовании трёхмерных конструкций является экономия занимаемой площади [1].

Основным источником для теоретических расчётов эффективности солнечных элементов являются базы данных освещённости. Среди общедоступных баз данных наиболее точными являются CM-SAF – PVGIS для Европы и Азии. В данной работе были использованы данные CM-SAF – PVGIS для Европы и Азии, собранные за 12 лет (1998-2005 и 2006-2011) и программное обеспечение, разработанное Joint Research Centre Европейской комиссии, PVGIS project [2].

Цель исследования: определить влияние степени пространственной ориентации CM на эффективность работы конструкции с учетом временных, географических и климатических факторов, на примере условий Республики Беларусь (РБ).

Исходные данные для моделирования. Для расчёта были выбраны солнечные модули, созданные на основе кристаллического кремния мощностью 1 кВт с потерями в системе 14 % и площадью 4 м², как наиболее распространённые на рынке на сегодняшний день [3]. Суммарная занимаемая площадь при классическом расположении 10 таких модулей будет равна 32,36 м², 13 модулей – 42,07 м². Площадь, занимаемая конструкцией, состоящей из 10 солнечных модулей, предложенной на рисунке 1 – 11,13 м². Также была рассчитана конструкция трехмерного расположения солнечных модулей на фасаде Национальной библиотеки Республики Беларусь (рисунок 2), а именно южная его часть – для такой конструкции необходимо 13 солнечных модулей, а суммарная занимаемая площадь такой конструкции 21,14 м². Для сравнения вырабатываемой энергии с учётом занимаемой площади была рассчитана вырабатываемая конструкцией энергия на единицу площади (удельная вырабатываемая энергия). Расположение солнечных элементов на гранях Национальной библиотеки Республики Беларусь предложено с целью показать

возможности применения трёхмерных конструкций солнечных модулей на примере существующего объекта.



Рисунок 1 – Конструкция 1



Рисунок 2 – Конструкция, расположенная на каркасе Национальной библиотеки Республики Беларусь

В используемом ПО для расчёта используются данные освещённости выбранной географической области. Программное обеспечение в своей основе использует следующую формулу расчёта вырабатываемой мощности:

$$W = \frac{kEP_w}{1000}, \quad (1)$$

где E – значение инсоляции за выбранный период; k – коэффициент, берущий во внимание нагрев солнечных панелей на солнце, а также угол падения в течение дня; P_w – мощность солнечного модуля.

Таким образом в нашем случае формула 1 примет следующий вид [4]:

$$W = kE \quad (2)$$

В данном ПО поправочный коэффициент берётся исходя из температурных данных индивидуально для каждого месяца года.

Результаты моделирования. На основании проведенного сравнения результатов моделирования вырабатываемой энергии солнечными модулями для трёх исследуемых регионов Республики Беларусь (рисунок 4–7), было установлено, что предложенная конструкция (рисунок 1), занимающая существенно меньшую площадь в сравнении с классическим вариантом размещения, выигрывает в удельной вырабатываемой энергии. Также была показана возможность практического применения трёхмерных солнечных конструкция солнечного модуля, состоящего из 13 солнечных элементов расположенного на фасаде национальной библиотеки (рисунок 2). Как и в предыдущем случае, выигрыш в удельной вырабатываемой энергии является значительным преимуществом перед классическим вариантом расположения.

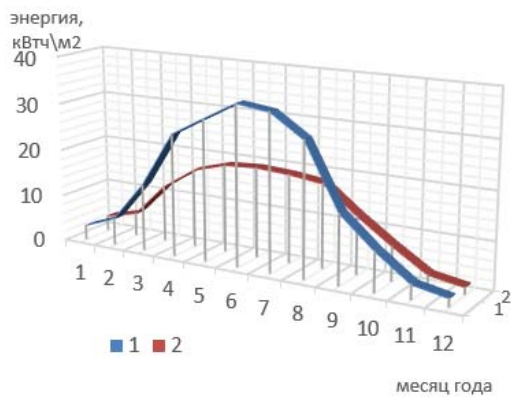


Рисунок 4 – Удельная вырабатываемая энергия: 1 – конструкцией на фасаде Национальной библиотеки, 2 – при классическом расположении

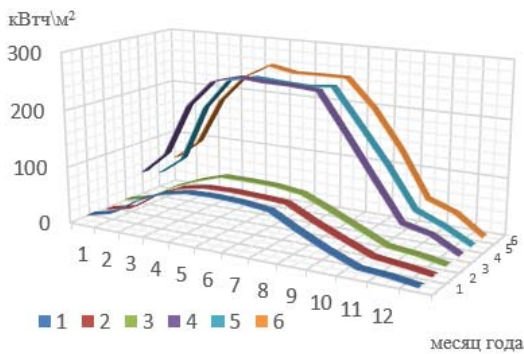


Рисунок 5 – Удельная вырабатываемая энергия при классическом расположении солнечных модулей в 1 – Полоцке, 2 – Минске, 3 – Гомеле и удельная вырабатываемая энергия конструкцией в 4 – Полоцке, 5 – Минске, 6 – Гомеле

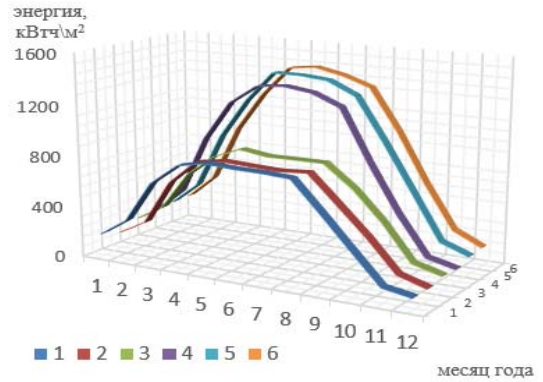


Рисунок 6 – Суммарная вырабатываемая энергия конструкцией в 1 – Полоцке, 2 – Минске, 3 – Гомеле и суммарная вырабатываемая энергия при классическом расположении солнечных модулей в 4 – Полоцке, 5 – Минске, 6 – Гомеле

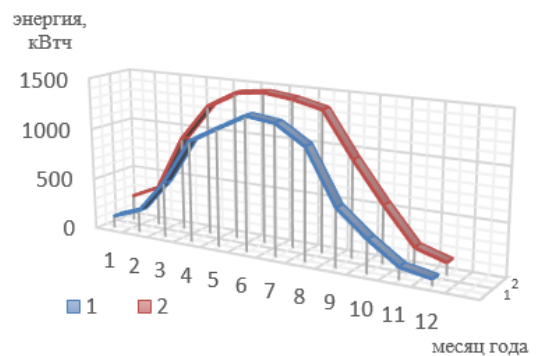


Рисунок 7 – Суммарная вырабатываемая энергия 1 – конструкцией на фасаде Национальной библиотеки, 2 – при классическом расположении

Заключение. Представленная конструкция не является единственно возможной, по причине того, что доступная площадь и ее форма могут быть совершенно разными. Таким образом за счёт огромной вариативности трёхмерные солнечные модули могут быть использованы в условиях с ограниченной площадью и сложного рельефа.

Литература

1. Marco Bernardi, Nicola Ferralis, Jin H. Wan, Rachele Villalon, Jeffrey C. Grossman. Solar Energy Generation in Three Dimensions / Energy and Environmental Science, 2012. – P. 7.

2. Joint Research Centre European Commission, PVGIS project [Electronic resource]: – Mode of access: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eur.htm> – Date of access: 20.06.2020.

3. [Electronic resource]: – Mode of access: https://www.gosolarcalifornia.ca.gov/equipment/pv_modules.php – Date of access: 20.06.2020.