



The background features a central sunburst pattern with red and white segments. Surrounding this are various geometric elements: a large blue arc at the bottom, a red diagonal line from the top right, and several smaller red and blue circles and lines scattered across the white background.

Моделирование вольт-ампертных характеристик фотоэлектрических модулей в условиях частичного затенения

Васьков А.Г., Сигель А. С., Айнуллоева И.Н.

Цель и задачи работы



Цель работы: моделирование вольт-амперной характеристики фотоэлектрических модулей в условиях частичного затенения.

Задачи исследования:

- Расчет температуры ячеек ФЭМ
- Оценка параметров ФЭМ для модели с одним диодом
- Построение вольт-амперных ФЭМ

Инструмент моделирования: PVLIB Python

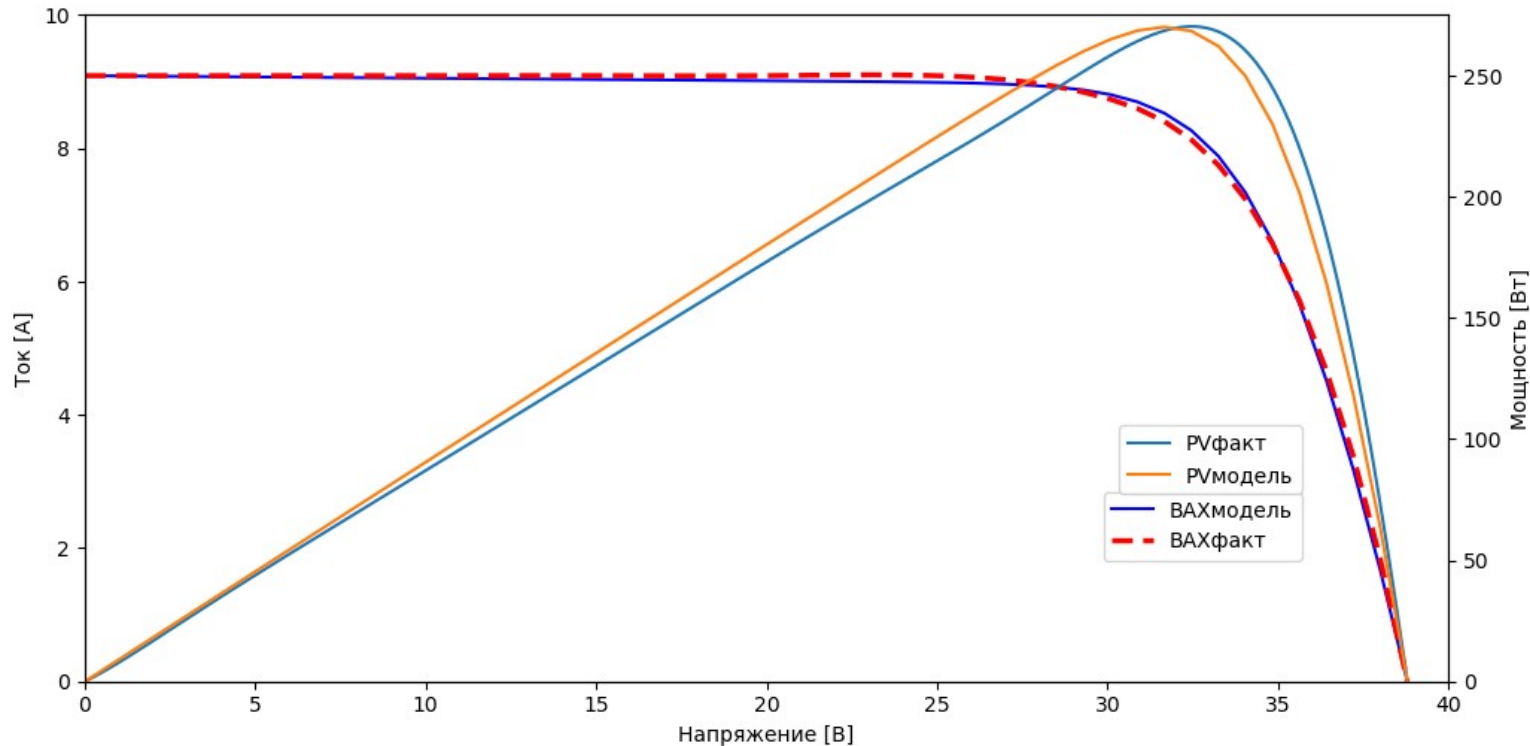
Технические параметры ФЭМ ЖКМ270Р-60



СЭС «МЭИ»

P_{\max} (STC), Вт	270,084
P_{\max} (PTC), Вт	247,6
V_{mp} , В	31,7
I_{mp} , А	8,52
V_{xx} , В	38,8
$I_{kз}$, А	9,09
Температурный коэффициент P_{\max} , %/°C	-0,41
Температурный коэффициент V_{xx} , %/°C	-0,118728
Температурный коэффициент $I_{kз}$, %/°C	0,005663

Вольт-амперные характеристики при стандартных условиях



Расчет температуры ячеек ФЭМ



Определение температуры
фотоэлектрического модуля

$$T_m = E \cdot \left\{ e^{a+b \cdot \theta} \right\} + T_{o.c}$$

Определение температуры
ячеек фотоэлектрического
модуля

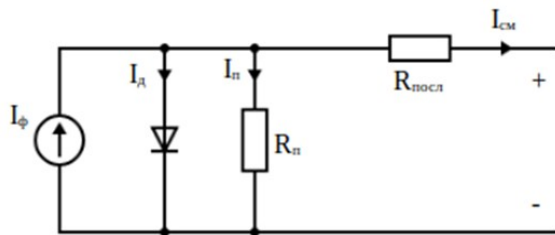
$$T_{яч} = T_m + \frac{E}{E_o} \cdot \Delta T$$

Солнечное излучение, Вт/м2	Температура окружающей среды, °C				
	-25	-12,5	0	12,5	25
1000	9,11	21,62	34,42	46,61	59,11
800	2,29	14,79	27,29	39,79	52,29
600	-4,52	7,97	20,47	32,97	45,47
400	-11,47	1,15	13,65	26,15	38,65
ΔT	20,47				

Вольт-амперные характеристики ФЭМ JKM270P-60

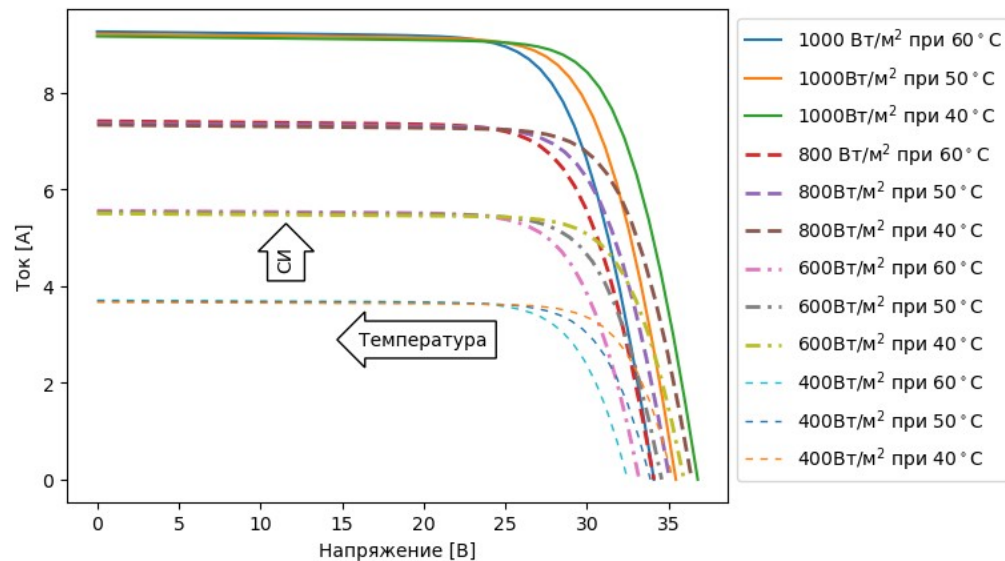


Схема замещения ФЭМ

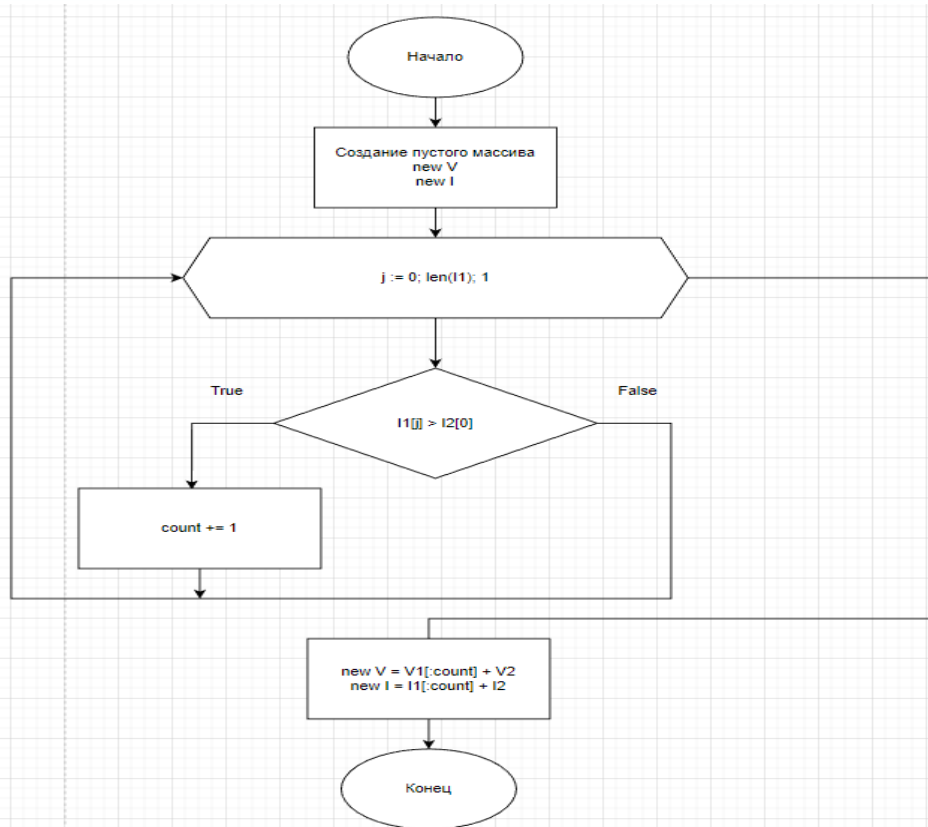


Определение параметров вольт-амперной характеристики

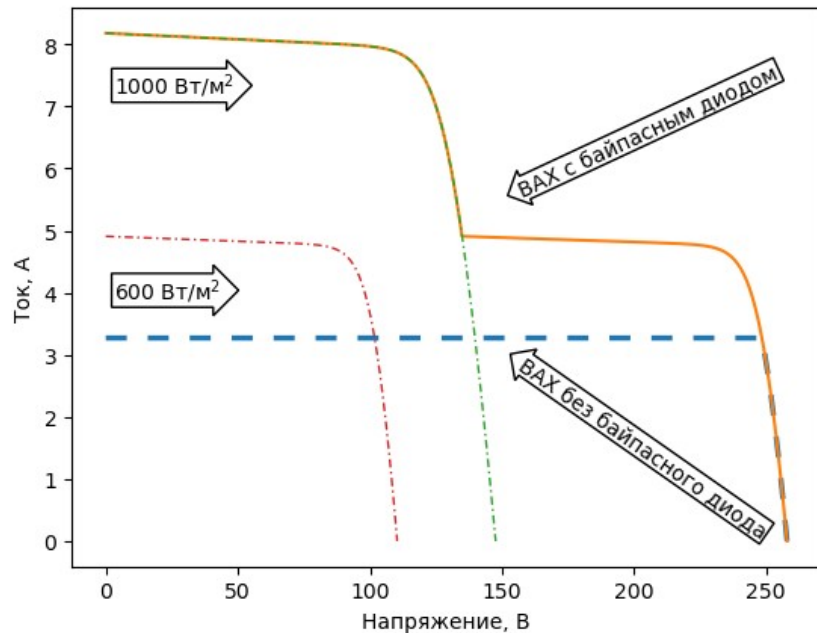
$$I = I_{\phi} - I_0 \left[\exp\left(\frac{U}{a N_{яч} U_{яч}}\right) - 1 \right]$$



Моделирование ВАХ фотоэлектрического массива



Пример частичного затенения



Анализатор фотоэлектрического модуля PROVA 210



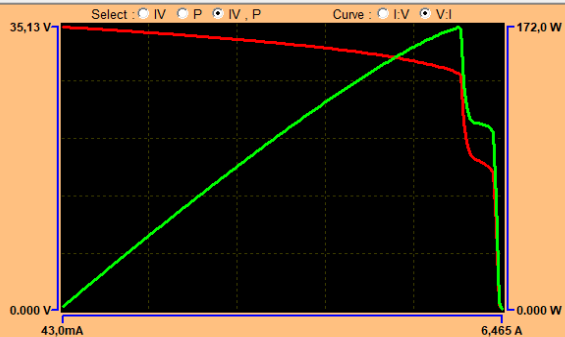
Параметры анализатора PROVA 210

Измерение постоянного напряжения		
Диапазон	Допустимое	Точность
0 ~ 10 В	0,001 В	± 1% (1% U_{xx} ± 0,1 В) (U_{xx} солнечного элемента)
10 ~ 60 В	0,1В	
Измерение постоянного тока		
0,01 ~ 10 А	1 мА	± 1% (1% $I_{кз}$ ± 9 мА)
10 ~ 12 А	10мА	± 1% (1% $I_{кз}$ ± 0,09 А)
Моделирование постоянного тока		
0,01 ~ 10 А	1 мА	± 1% ± 9 мА
10 ~ 12 А	10мА	± 1% ± 0,09 А

Вольт-амперные характеристики ФЭМ



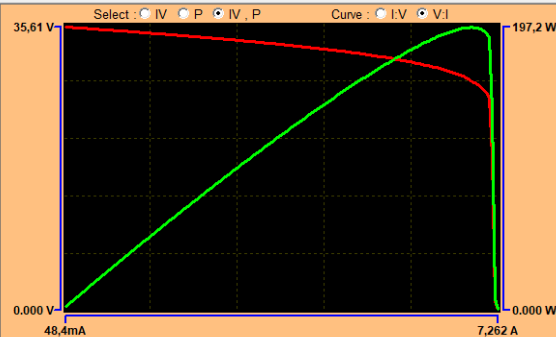
Date Time : 2023-04-19 12:04:28



Vopen : 35,14 V
 Ishort : 6,465 A
 Pmax : 172,0 W
 Vmaxp : 29,35 V
 Imaxp : 5,861 A
 EFF : ----- %
 FF : 0,757

V : ----- ---
 I : ----- ---
 P : ----- ---

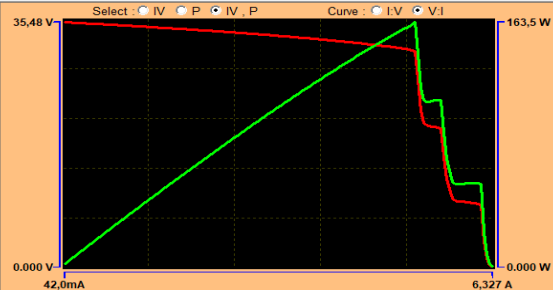
Date Time : 2023-04-19 12:31:42



Vopen : 35,64 V
 Ishort : 7,262 A
 Pmax : 197,2 W
 Vmaxp : 28,70 V
 Imaxp : 6,874 A
 EFF : ----- %
 FF : 0,762

V : ----- ---
 I : ----- ---
 P : ----- ---

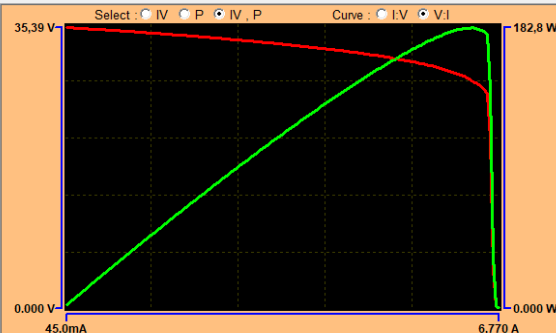
Date Time : 2023-04-19 12:09:13



Vopen : 35,51 V
 Ishort : 6,327 A
 Pmax : 163,5 W
 Vmaxp : 31,27 V
 Imaxp : 5,230 A
 EFF : ----- %
 FF : 0,727

V : ----- ---
 I : ----- ---
 P : ----- ---

Date Time : 2023-04-19 12:26:07



Vopen : 35,41 V
 Ishort : 6,770 A
 Pmax : 182,8 W
 Vmaxp : 28,53 V
 Imaxp : 6,409 A
 EFF : ----- %
 FF : 0,762

V : ----- ---
 I : ----- ---
 P : ----- ---

Present Sample < 2 Sample : 2

2023-04-24 17:50:07

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что использованные функции библиотеки PVLIB Python для определения температуры ячеек и построения ВАХ являются достаточно точным методом для практического применения. Представленные результаты показывают эффекты частичного затенения в стандартных случаях, таких как затенение от близкорасположенных зданий и самозатенение.



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

