

Վ.Կ. ԴԱԼԼԱՔՅԱՆ, Ռ.Ռ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

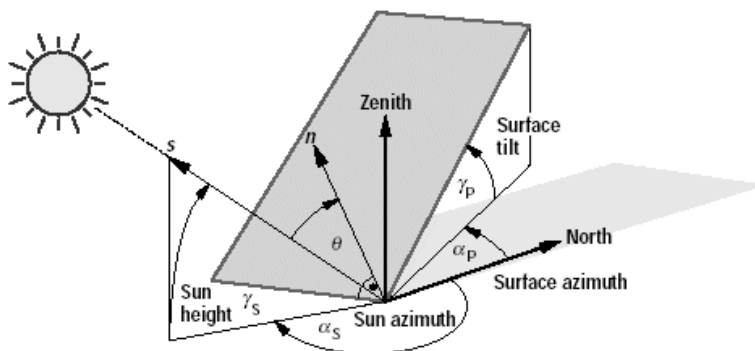
ԱՐԵՎԻ ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄՈԴԵԼ

Արևային ֆոտոէլեկտրական (ՖԷ) համակարգերի ելքային հզորությունը մեծապես կախված է ֆոտոէլեկտրական մարտկոցների թեքման անկյունից: ՖԷկայանի առավելագույն հզորություն կարելի է ստանալ, եթե մարտկոցները տեղադրված են օպտիմալան կյանտակ: Ներկայացված է թեք հարթության վրա արևի ճառագայթային հզորության գնահատման մաթեմատիկական մոդելը:

Առանցքային բաղեր. թեքման անկյուն, արևային ճառագայթման հզորություն, թեք ճառագայթում:

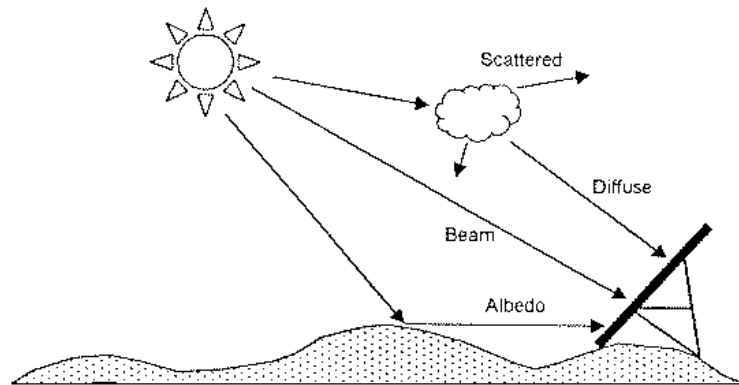
Ներածություն: Բազմաթիվ արևային ՖԷ համակարգերում նախընտրելի է ոչ թե կիրառել արևին հետևող համակարգ, այլ արևային ՖԷ մարտկոցները տեղադրել ֆիքսված թեքությամբ, որը մարտկոցների հարթությունը միշտ կպահի արևի ճառագայթներին ուղղահայաց: Օպտիմալ թեքման անկյան տարեկան, սեզոնային կամ ամսական ճշգրիտ գնահատումը կարող է էապես ավելացնել արևային ՖԷ կայանի արտադրողականությունը: Ընդունված է ՖԷ մարտկոցները տեղադրել այնպիսի թեքությամբ, որի անկյունը կհամընկնի աշխարհագրական տեղանքի զուգահեռականի հետ, իսկ ուղղվածությունը՝ դեպի հարավ, եթե տեղանքը հյուսիսային կիսագնդում է: Քրիստենսեն և Բարկերը ցույց են տվել, որ այսպիսի մոտեցումը ճշգրիտ չէ՝ եղանակային երևույթներով պայմանավորված [1]:

Արևի ճառագայթների միայն մի մասն է ուղղորդված կերպով հասնում երկրագնդի մակերևույթին (Նկ.1): Ցրված ճառագայթներն ուղղվածություն չունեն, հետևաբար՝ կոնցենտրատորային համակարգերում դրանք կիրառելի չեն: Արևային հարթ ՖԷ կայանները կարող են օգտագործել նաև ցրված ճառագայթները:



Նկ. 1. Անկյուններ, որոնք որոշում են արևի և թեք հարթության դիրքերը

Ընդհանուր ճառագայթման հզորությունը հորիզոնական հարթության վրա բաղկացած է ուղղորդված և ցրված ճառագայթներից: Թեք հարթության վրա կա մեկ այլ բաղադրիչ ևս (նկ.2): Դա գետնից անդրադարձող ճառագայթային բաղադրիչն է: Այն ընդհանուր ճառագայթման մեջ կազմում է մոտ 20% տոկոսը: Սովորաբար ուղղորդված ճառագայթներին ուղղահայաց մակերևույթի վրա ճառագայթային հզորությունը առավելագույնն է:



Նկ. 2. Ուղղորդված, ցրված և անդրադարձած արևային ճառագայթներ

Մաթեմատիկական մոդել: Արևի ամսական միջին ճառագայթային ընդհանուր օրական հզորությունը թեք մակերևույթի վրա, ըստ Լիու և Ջորդանի, կարելի է ներկայացնել հետևյալ արտահայտությամբ [2]՝

$$H_T = H_b R_b + H_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho (H_b + H_d) \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right), \quad (1)$$

որտեղ H_b -ն ուղղորդված ճառագայթման օրական հզորությունն է, R_b -ն՝ թեք և հորիզոնական հարթությունների վրա արևի ճառագայթային հզորությունների հարաբերությունը, H_d -ն՝ ցրված ճառագայթային հզորությունը, β -ն՝ թեք հարթության անկյունը, ρ -ն՝ գետնից անդրադարձման գործակիցը, որի արժեքը, կախված միջավայրից, բերված է ստորև [3]՝

մարգագետին	0.205
հարթաշտ	0.26
խոպանհող	0.17
բետոն	0.3
ասֆալտ	0.15
թարմ ձյուն	0.85
հին ձյուն	0.58

R_b -նորված է հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$R_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z},$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \sin \delta \sin \phi \cos \beta - \sin \delta \cos \phi \sin \beta \cos \gamma + \cos \delta \cos \phi \cos \beta \cos \omega \\ & + \cos \delta \sin \phi \sin \beta \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin \beta \sin \gamma \sin \omega, \end{aligned}$$

իսկ

$$\cos \theta_z = \cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta :$$

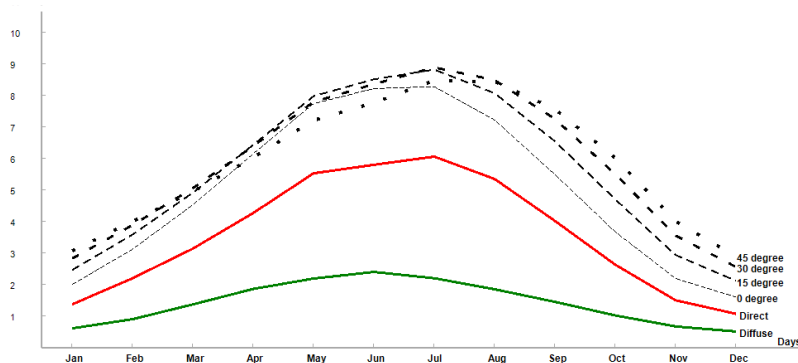
Արևի շեղման δ անկյունը որոշվում է Կուպերի հավասարման միջոցով [4]՝

$$\delta = 23.45 \sin \left(2\pi \frac{284+n}{365} \right), \quad (2)$$

որտեղ n -ը օրվա թիվն է, օրինակ $n=1$ -ը համապատասխանում է հունվարի 1-ին, $n=32$ -ին համապատասխանում է փետրվարի 1-ը: Շեղման անկյունը մարտի 22-ին և սեպտեմբերի 22-ին հավասար է զրո, հյուսիսային կիսագնդի համար ամռանը դրական է, իսկ ձմռանը՝ բացասական: Առավելագույն 23.45° շեղմանը արևը հասնում է հունիսի 22-ին, իսկ նվազագույն -23.45° -ին՝ դեկտեմբերի 22-ին:

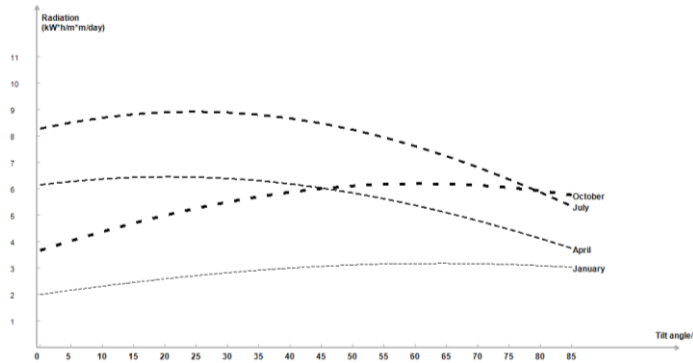
Այսպիսով, Լիու և Ջորդանի հավասարության միջոցով կարելի է գնահատել արևի ճառագայթային ընդհանուր հզորությունը ինչպես հորիզոնական, այնպես էլ թեք մակերևույթի վրա:

Հետազոտության արդյունքները: Օգտվելով նկարագրված մաթեմատիկական մոդելից՝ Երևան քաղաքի համարկատարվել է արևի ճառագայթային ընդհանուր հզորության գնահատում տարբեր թեքությամբ հարթությունների համար: Արդյունքները ներկայացված են նկ. 3 և 4 – ում:



Նկ. 3. Արևի ճառագայթային հզորությունն ըստ ամիսների

Նկ. 3-ից երևում է, որ Երևանի համար առավելագույն ճառագայթման հզորությունը ամառվա ամիսներին է, երբ մակերևույթի թեքության անկյունը գտնվում է 30-ից 45 աստիճանների միջակայքում:



Նկ. 4. Արևի ճառագայթային հզորությունն ըստ ամիսների

Նկ.4-ում պատկերված է արևի ճառագայթային հզորությունը՝ թեքման անկյունից կախված ըստ տարվա ամիսների: Նկարից երևում է, որ տարբեր ամիսների համար արևի առավելագույն ճառագայթման հզորության արժեքը տարբեր է:

Եզրակացություն: Օգտվելով արևի ճառագայթային էներգիայի գնահատման մաթեմատիկական մոդելից՝ հիմնված Լիու և Ջորդանի իզոտրոպիկ մոդելի վրա, ցույց է տրվել, որ Երևանում (Հայաստան) արևային ՖԷ կայանի առավելագույն հզորություն կարելի է ստանալ, երբ ՖԷ մոդուլներն ուղղված են դեպի հարավ և տեղադրված են 30-ից 45 աստիճան թեքությամբ: Ներկայացված մոդելի միջոցով կարելի է մեծ ճշգրտությամբ գնահատել արևի ճառագայթային հզորությունը ցանկացած տեղանքի համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Christensen C., Barker G.** Effects of tilt and azimuth on annual incident solar radiation for United States locations//SOLAR ENGINEERING. -2001.-P. 225-232.
2. **Liu B.Y.H., Jordan R.C.** The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse, and Total Solar Radiation//SOLAR ENERGY . -1960.-4. -P. 1-19.
3. http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/print/print_07.php
4. **Duffie J.A., Beckmann W.A.** Solar Energy Thermal Process//J. Wiley and Sons.-NY, 1974.

В.К. ДАЛЛАКЯН, Р.Р. ВАРДАНЯН

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Выходная мощность фотоэлектрических (ФЭ) систем во многом зависит от угла наклона солнечного модуля. Максимальную мощность ФЭ станции можно получить, если модули установлены под оптимальным углом. Описывается математическая модель для оценки энергии солнечного излучения на наклонной поверхности.

Ключевые слова: угол наклона, мощность солнечного излучения, наклонное излучение.

V.K. DALLAKYAN, R.R. VARDANYAN

A MODEL FOR ESTIMATING THE ENERGY OF SOLAR RADIATION

The output power of solar photovoltaic (PV) systems strongly depends on the tilt angle of the solar PV module. The maximum output power of a PV plant can be obtained if the PV modules are placed under the optimal tilt angle. A mathematical model for estimating the solar radiation on the tilted surface is presented.

Keywords: tilt angle, solar radiation power, tilted radiation.

UDC 621.382

T.A. HAMBARDZUMYAN

THE ANALYSIS OF SOLAR ENERGY DEVICES' MONITORING SYSTEMS

To investigate the characteristics and control the operating modes of solar power equipment, it is necessary to develop automated remote monitoring systems. This is a very important question and deserves the special attention of specialists in solar energy systems. In this paper, for some monitoring systems, a comparative analysis is implemented and the advantages and disadvantages of each system is discussed.

Keywords: solar energy, monitoring system, solar devices, comparative analysis.

Introduction. There are many companies presenting monitoring systems for solar energy devices. The main type of solar energy device which directly generates electricity is the photovoltaic cell, sometimes called a solar cell. They can be fixed-position PV panels, one or two axes of sun tracking panels, concentrator PV devices, concentrator thermo-electric transducer systems, etc.

Experimental setup and procedure. The following monitoring systems of solar energy devices are investigated:

- Chorus PV
- RMS-200
- Pure Energies
- Siemens PV Monitoring
- SolarEdge PV