

УДК 515.2

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ГЕЛІОПРИЙМАЧІВ – ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ – НА ГРАНЯХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Мартинов В. Л., к. т. н

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Тел. (05366) 3-62-19

Анотація – розроблено графічний та аналітичний спосіб та програму *GELIOOPT* для оптимального розташування геліоприймачів – фотоелектричних модулів – на гранях будівель з метою мінімізації їх площі для використання під час проектування енергоефективних будівель.

Ключові слова – оптимізація розташування геліоприймачів, енергоефективні будівлі, гранна форма, геометричне моделювання, графічний спосіб.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних будівель постає задача оптимального розташування на гранях будівлі геліоприймачів – фотоелектричних модулів – які перетворюють енергію сонця на електричну енергію та інтегровані в огорожувальні конструкції [1]. Виникає проблема їх оптимального розташування для отримання максимальної кількості електроенергії при визначеній площі та визначення мінімальної площі, що забезпечує заданий рівень енергонадходження при оптимальному розташуванні геліоприймача на огорожувальних конструкціях будівлі.

Аналіз останніх досліджень. Питанню оптимальної орієнтації окремо розташованих геліоприймачів присвячені роботи [2-4]. Задачі дискретної зміни орієнтації та оптимізація розташування сонячного колектора на площині розглядалися в працях [5]. Моделюванню оптимальної форми відбивача та приймача фотоелектричних систем концентраторів присвячена робота [6]. Питання оптимального розташування геліоприймачів – фотоелектричних модулів – інтегрованих в огорожувальні конструкції гранних будівель, у прикладній геометрії не розглядалося. Відсутній графічний спосіб розв'язання цієї задачі.

Формулювання цілей статті. Визначення оптимальних параметрів орієнтації (азимута A_k та кута нахилу ω_k) геліоприймача заданої площі S_k при розташуванні на огорожувальних конструкціях будівлі.

Розробити графічний та аналітичний способи оптимізації трьох параметрів геліоприймача одночасно, а саме: параметрів орієнтації (азимута A_k та кута нахилу ω_k) і площі S_k при розташуванні на огорожувальних конструкціях будівлі. При цьому необхідно забезпечити заданий рівень надходження енергії протягом визначеного інтервалу часу.

Основна частина. Графічний спосіб. Для визначення місця розташування модулів будують полярні моделі вироблення енергії фотоелектричними модулями $E_{epi} = f(A_{gp})$ при $\omega = const$ (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 градусів) (рис. 1) залежно від азимутальної орієнтації при різних кутах нахилу. У центрі моделі виділяється нульова зона для розташування креслень будинку (плану поверху, плану даху).

Кількість виробленої енергії за інтервал часу розраховується за формулою [5]:

$$E = \sum Q_{cp} c S_{ki} \eta, \quad (1)$$

де Q_{cp} – надходження СР на грань; E – перетворена електрична енергія; η – коефіцієнт перетворення сонячної енергії на електричну; c – коефіцієнт поглинання грані геліоприймача; S_{ki} – площа геліоприймача, розташованого на грані; S_{epi} – площа грані.

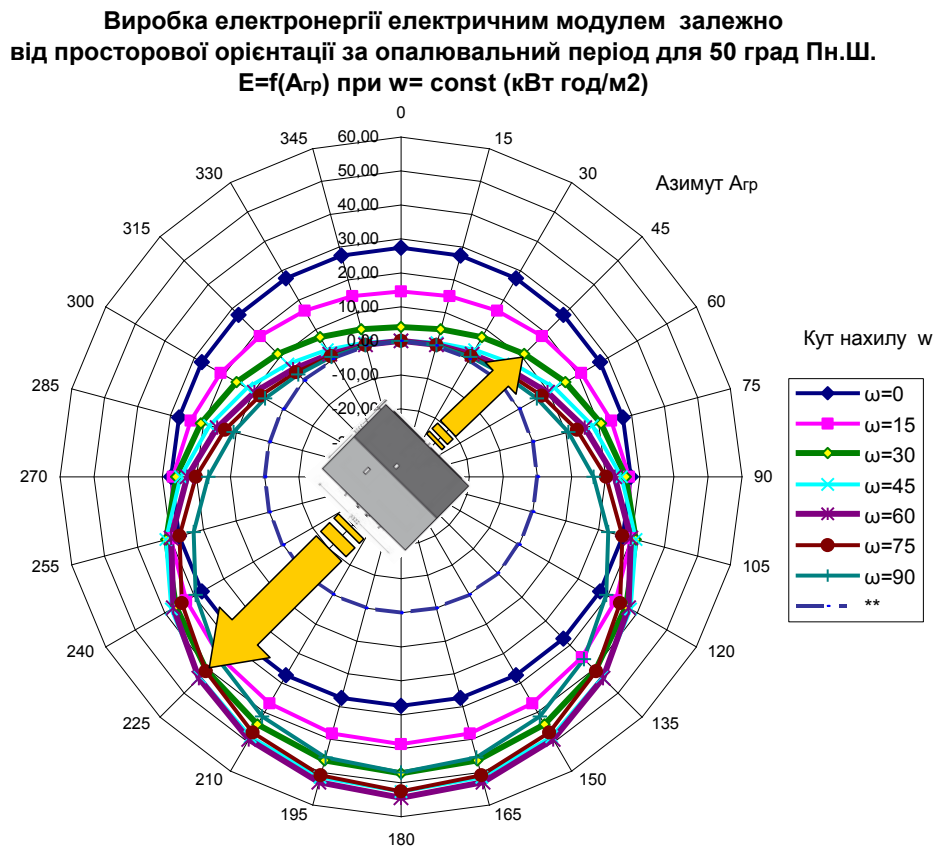


Рис. 1. Визначення рівня вироблення електричної енергії фотоелектричними модулями, розташованими на гранях даху будинку та стінах, модель $E_{epi} = f(A_{gp})$ при $\omega = const$.

Проектувальник накладає план даху, план будинку на модель $E_{зрi} = f(A_{гр})$ при $\omega = const$ і графічно визначає рівень вироблення електричної енергії при розташуванні модулів на гранях будівлі.

У випадку, коли необхідно отримувати визначений рівень $E_{потр}$ електричної енергії, задача визначення площі та місця розташування фотоелектричних модулів розв'язується за наступним алгоритмом.

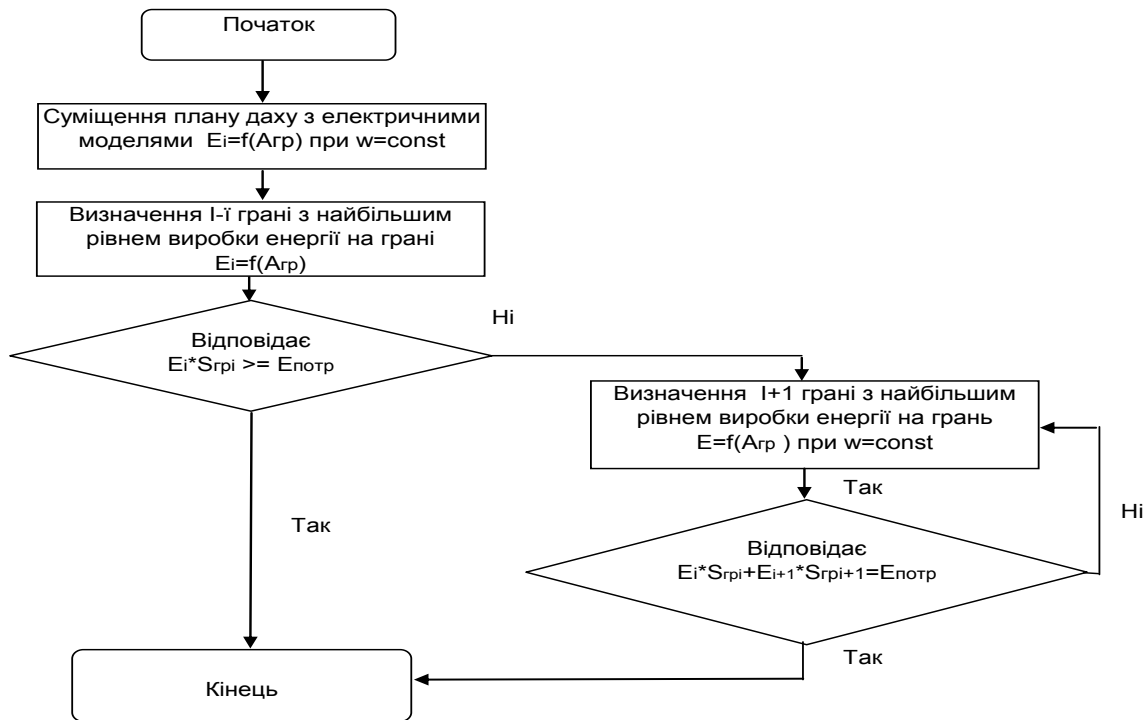


Рис. 2. Алгоритм оптимального розташування фотоелектричних модулів на огорожувальних конструкціях.

Математична модель оптимізації орієнтації та площі геліоприймачів при розташуванні на огорожувальних конструкціях будинків при забезпеченні визначеному рівня електроспоживання.

Визначення грані та площі геліоприймачів для отримання визначеного рівня електроспоживання $E_i = Q_{кспі} \eta = const$.

Математична модель надходження тепла від сонячної радіації на геліоприймач і перетворення на електричну енергію, який розташований на грані будівлі.

Цільова функція

$$E_i = Q_{кспі} \eta = Q_{сп} c S_{кі} \eta. \quad (2)$$

Вироблення енергії геліоприймачами, які розташовані на декількох гранях будівлі:

$$E = \Sigma E. \quad (3)$$

Площа геліоприймачів ΣS_{ki} розташованих на гранях мінімізується:

$$\Sigma S_{ki} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Система обмежень.

Сумарні теплонадходження на геліоприймачі (перетворена електроенергія), розташованих на гранях будівлі, залишається незмінною:

$$\Sigma E_i = \Sigma Q_{кспi} \eta = const. \quad (5)$$

Площа геліоприймачів S_{ki} , розташованих на i -той грані не перевищує площу $S_{спi}$ грані:

$$S_{ki} < S_{спi} \quad (6)$$

Приклад. Для дослідження взято двоскатний мансардний будинок з азимутальною орієнтацією стін 45, 135, 225, 315 градусів та азимутальною орієнтацією нахилу даху 225 та 45 градусів при куті нахилу 30 градусів (рис. 3).

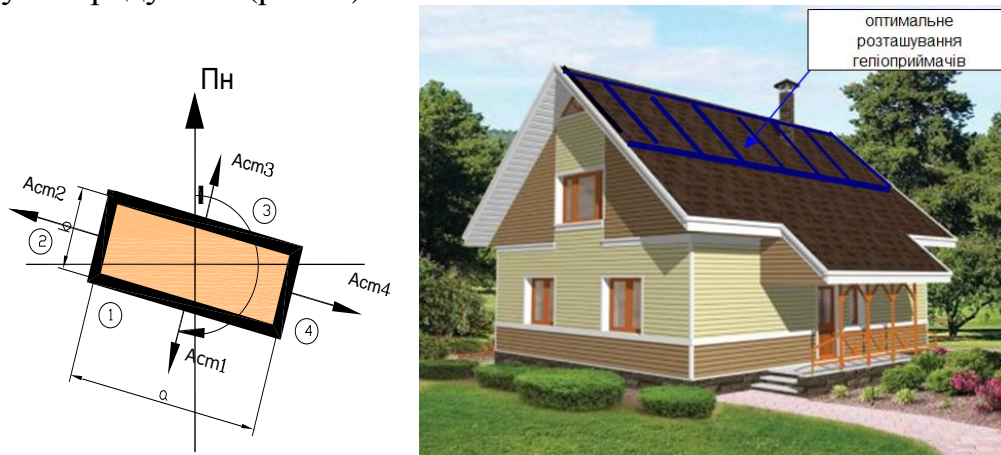


Рис. 3. Оптимальне розташування (фотоелектричних модулів).

Для визначення оптимальних параметрів орієнтації та площі геліоприймачів розроблено програму *GELIOOPT* та проведено розрахунки. У результаті дослідження (рис.1,2,3) визначено, що оптимальною площиною для розташування геліоприймачів є площина даху з орієнтацією $A_{гр} = 225^0$ та $\omega_{гр} = 30^0$, що забезпечує електронадходження $40,6 \text{ кВт.год/м}^2$ від фотоелектричних модулів за

опалювальний період. При потребі 150 кВт.год електроенергії на місяць і 900 кВт.год за опалювальний період площа геліоприймачів – фотоелектричних модулів має складати 22,17 м².

Висновки. Розроблено графічний та аналітичний способи та програму *GELIOOPT* оптимального розташування фотоелектричних модулів на огорожувальних конструкціях будівель. Для будівлі, що знаходиться в м. Київ, визначено місце розташування та площу фотоелектричних модулів на огорожувальних конструкціях будівель при визначеному необхідному рівні споживання електричної енергії.

Література

1. *Фронтини Ф.* Фотоэлектрические модули, интегрированные в ограждающие конструкции зданий [Электронный ресурс]. / Ф. Фронтини, Т. Фризен. // Здания высоких технологий. – 2013. – Режим доступа: <http://zvt.abok.ru/>.
2. *Андерсон Б.* Солнечная энергия: (Основы строительного проектирования) / Пер. с англ. А.Р. Анисимова; Под. ред. Ю.Н. Малевского. – М.: Стройиздат, 1982. – 375 с.
3. *Даффи Дж.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии/ *Дж.А. Даффи, У.А. Бекман* / Под. ред. Ю.Н. Малевского. – М.: Мир, 1977. – 420 с.
4. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Р. Авезов, М.А. Барский-Зорин [и др.]; Под. ред. Э.В. Сарнацкого и С.А. Чистовича. – М.: Стройиздат, 1990. – 328 с.
5. *Диб М.З.* Определение оптимального угла наклона гелиоприемников на Украине / М.З. Диб // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Вип, 77. – К.: ДП НДІБК, 2013. – С. 217-221.
6. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення: ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 – [Чинний з 2010-09-01]. – Мінрегіонбуд України. –К. :Укрархбудінформ, 2010. – 32 с.
7. *Воскресенська С.М.* Моделювання потоків відбитих і заломлених сонячних променів при рівномірному розподілі енергії стосовно створення фотоелектричних систем: дисс....канд. техн. наук.: 05.01.01 / Воскресенська Світлана Миколаївна. – Сімферополь, 2012.–192 с.

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГЕЛИОПРИЕМНИКОВ
– ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ – НА ГРАНЯХ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

В.Л. Мартынов

Аннотация – разработан графический и аналитический способ для оптимального расположения гелиоприемников - фотоэлектрических модулей – на гранях зданий с целью минимизации их площади для использования при проектировании энергоэффективных зданий.

**LAYOUT OPTIMIZATION PHOTOVOLTAIC MODULES ON
THE VERGE OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**

V. Martynov

Summary

Designed graphical and analytical method for optimal location photovoltaic modules on the sides of buildings to minimize their area for use in the design of energy efficient buildings.