

АСТРОНОМІЧНА ТРИВАЛІСТЬ СУМАРНОЇ ІНСОЛЯЦІЇ ПЛОЩИН РІЗНОГО НАХИЛУ ТА ОРІЄНТАЦІЇ ЗА РІК

Кундрат Т. М., к.т.н.

kundratt@i.ua, ORCID: 0000-0001-9345-3161

Літніцький С. І., к.т.н., доцент

gavran88@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4962-7800

Пугачов Є. В., д.т.н., професор

pev1957@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4771-0942

Зданевич В. А.

vasyl.zdanevych@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9875-8463

Національний університет водного господарства та природокористування
(Україна, м. Рівне)

***Анотація** – в статті наведені криві річної астрономічної тривалості інсоляції для площин різної орієнтації та нахилу до площини горизонту на прикладі широти $51,4^\circ$ (м. Сарни Рівненської області). Криві річної тривалості інсоляції отримані шляхом моделювання в середовищі «MathCad». Наведені результати моделювання є показником максимально можливого ресурсу інсоляції площин довільного нахилу (від 0° до 90°) та азимутального кута від 0° (південь) до 90° (схід) для місцевості даної широти. Отримані результати можна використати для визначення можливого опромінення площин чи для визначення тривалості інсоляції площин та їх опромінення, зважаючи на імовірність сонячного сяяння в даній місцевості.*

***Ключові слова** – азимутальний кут, річна астрономічна тривалість інсоляції площини, кут нахилу площини до площини горизонту, час сходу Сонця над площиною, час заходу Сонця за площину.*

Постановка проблеми. Сонцезахист та використання сонячної енергії в архітектурі потребують унаочнення астрономічної (можливої) тривалості інсоляції площин різної орієнтації та нахилу до площини горизонту в різні періоди року, зокрема, – протягом всього року. Плоскі сонячні колектори розміщують часто на дахах будівель під певним кутом нахилу до горизонтальної площини. Тому важливо саме для похилих площин різної орієнтації показати, як змінюється їх річна астрономічна тривалість інсоляції.

Аналіз останніх досліджень. Моделювання річного ходу астрономічної тривалості інсоляції похилої площини розглядалося в роботі [2]. Робота [1] присвячена визначенню можливого опромінення площини, робота [3] – визначенню тривалості інсоляції площини та її опромінення,

зважаючи на імовірність сонячного сяння в даній місцевості. В тезах [4] розглядався річний хід астрономічної тривалості інсоляції похилих площин південної орієнтації різних кутів нахилу до площини горизонту, а в роботі [5] – вертикальних площин різної орієнтації.

Формулювання цілей. В цій роботі поставлена мета – візуалізувати річну астрономічну тривалості інсоляції площин різної орієнтації та кута нахилу до площини горизонту.

Основна частина. Астрономічна тривалість інсоляції площини – це час інсоляції в годинах, коли кожен день року є сонячним, а сама площина не затулюється іншими об'єктами, наприклад, деревами, будинками і спорудами, рельєфом. В такому випадку час інсоляції площини залежить лише від її орієнтації, кута нахилу до площини горизонту та широти місцевості. Астрономічна тривалість інсоляції є показником ресурсу інсоляції (максимально можливим значенням) для конкретної площини на даний день року.

В цій роботі за допомогою авторської програми, розробленої в середовищі «MathCad», побудовані криві річного ходу тривалості астрономічної інсоляції площин різної орієнтації та нахилу до площини горизонту на прикладі м. Сарни Рівненської області, яке розташоване на широті $51,4^\circ$. В ньому є актинометрична станція.

Похила площина залежно від орієнтації, кута нахилу до площини горизонту та дня року може перетинати траєкторію Сонця або не перетинати. Це призводить до різних варіантів визначення сонячного часу сходу і заходу Сонця над площиною, якщо вона інсоллюється, та ідентифікації випадків, коли площина не інсоллюється взагалі. Для автоматичного розрахунку тривалості інсоляції треба відслідковувати всі можливі варіанти взаємного положення Сонця і площини.

Трансцендентне рівняння [2] для визначення сонячного часу, що відповідає перетину траєкторії сонця на небесній півсфері з великим колом, утвореним на ній похилою площиною (сонячний час сходу Сонця над площиною або заходу за площину) може мати два або один змістовні корені (перетини (перетин) вище площини горизонту), два або один незмістовні корені (перетини (перетин) нижче площини горизонту) або зовсім не мати дійсних коренів (Сонце або інсоллює площину від сходу до заходу, або взагалі не інсоллює). В розробленій MathCad-програмі визначалася сумарна тривалість астрономічної інсоляції за кожен день року, зважаючи на можливі інтервали інсоляції. Для цього розглядалися 14 варіантів можливих ситуацій, пов'язаних як із взаємними положеннями траєкторії Сонця і площини, так і з особливостями обчислювального процесу. Координати Сонця обчислювались за відомими формулами.

Для визначення астрономічної тривалості інсоляції азимутальний кут задавався від 0° (південь) до 90° (схід) через 10° , а кут нахилу площини від 0° (горизонтальна площина) до 90° (вертикальна площина) теж через 10° . Тривалість інсоляції за рік визначалась як сума тривалостей за кожен день

року. В результаті розрахунків отримані десять кривих залежності річної астрономічної тривалості інсоляції в годинах від кута нахилу площини (рис. 1, горизонтальна вісь – кут нахилу площини, град.). Верхня крива відповідає азимутальному куту 0° (південна орієнтація), а нижня – 90° (східна орієнтація). Кожна крива з більшим азимутальним кутом розміщена нижче кривої з меншим азимутальним кутом. Всі криві починаються з одної точки, яка відповідає річній тривалості астрономічної інсоляції горизонтальної площини (для неї тривалість найбільша і становить 4380 годин). Найменша тривалість річної астрономічної інсоляції серед розглянутих площин становить 2190 годин – для вертикальної площини східної орієнтації. Що більший азимутальний кут площини, то стрімкіше зменшується річна тривалість її астрономічної інсоляції.

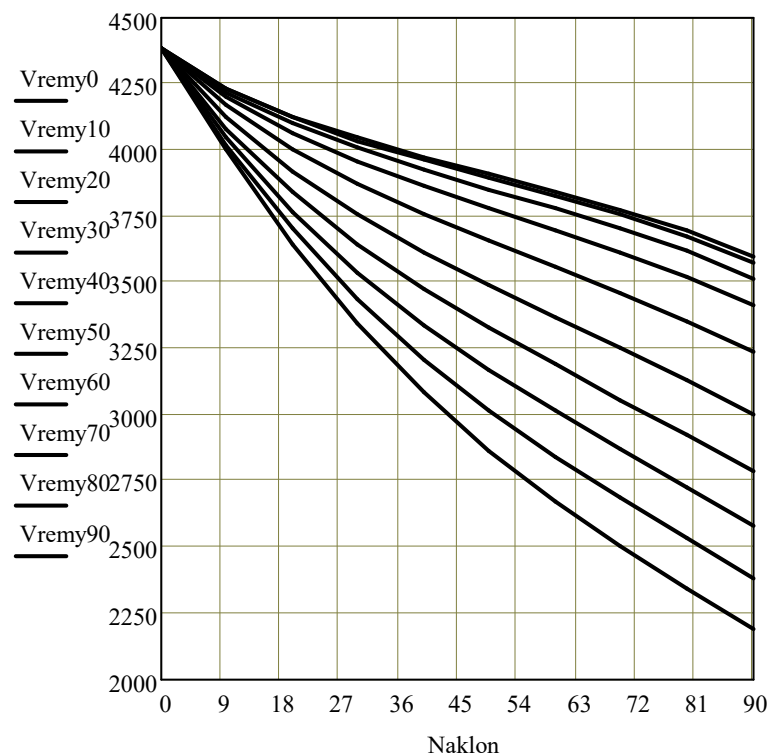
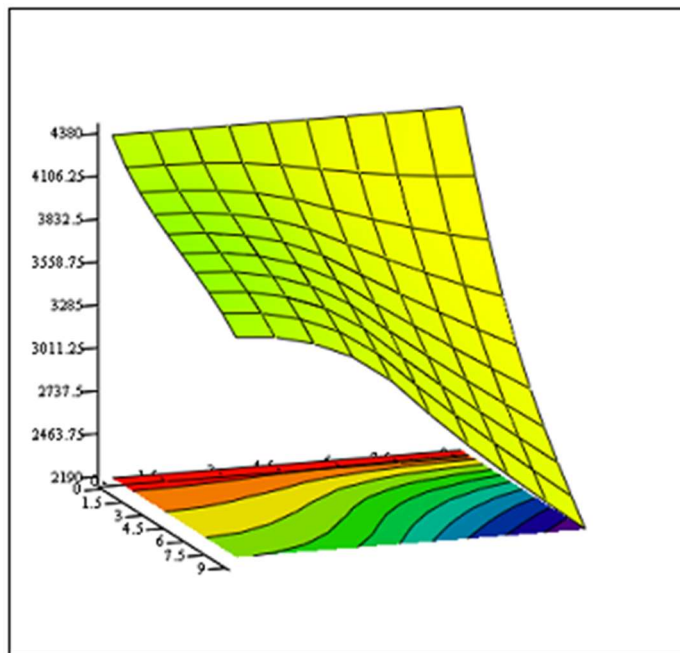


Рис. 1. Криві залежності тривалості в годинах річної астрономічної інсоляції площин різної орієнтації від кута нахилу площини

Для наочності отримані результати показані у вигляді поверхні шляхом об'єднання кривих в середовищі «MathCad» за допомогою функції «augment» (рис. 2). Поверхня представлена у вигляді лінійчатого каркасу та у вигляді ізоліній річної тривалості астрономічної інсоляції (контурний графік із залитими контурами).

Висновок. Отже, візуалізація кривих та поверхні річної тривалості астрономічної інсоляції похилих площин різної орієнтації (від півдня до сходу) та кута нахилу до площини горизонту (від горизонтальної площини до вертикальної) дозволила виявити їх характер та межі зміни, що важливо для оцінки максимального ресурсу інсоляції.



GODSUMVREMY, GODSUMVREMY

Рис. 2. Поверхня річної тривалості астрономічної інсоляції похилих площин

Бібліографічний список

1. Пугачов Є. В. Моделювання можливого опромінення від сонця. Сборник научных трудов Киевского национального университета технологий и дизайна. 2004. С. 135-140.
2. Пугачов Є. В. Моделювання річного ходу тривалості інсоляції похилої площини. Вісник НУВГП. 2005. Вип. 3 (31). С. 248-255.
3. Пугачов Є. В. Інсоляція та опромінення похилої площини з урахуванням імовірності сонячного сяяння. Вісник київського національного університету технологій та дизайну (спецвипуск). 2006. № 4 (30). С. 133-137.
4. Зданевич В.А., Кундрат Т.М., Літніцький С.І., Пугачов Є.В. Річний хід астрономічної тривалості інсоляції південно орієнтованих площин різного кута нахилу до площини горизонту. Збірник тез доповідей XVIII-ї міжнародної науково-практичної конференції «ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ» з нагоди 98-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України, Обухової Віолетти Сергіївни (1926-2005), 28 березня 2024 року. С. 47-50.
5. Кундрат Т.М., Літніцький С.І., Пугачов Є.В., Зданевич В.А. Річний хід астрономічної тривалості інсоляції вертикальних площин різної орієнтації / Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції "Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності", Київ, 3 травня 2024 р. - С. 71-77.