

Рис. 1 – Зовнішній вигляд середовища для моделювання

Отже, було розроблене середовище, що дозволяє будувати моделі програмних модулів і буде в подальшому використовуватися для дослідження програмних модулів, зокрема їх динамічних властивостей. Зокрема, розроблене середовище дозволить визначити такі динамічні властивості моделі, як живість, обмеженість, збережуваність та повторюваність. Також при застосуванні рангу матриці інцидентності є можливість перевірити керованість моделі, що визначає її передбачуване функціонування.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Супруненко О.О.

Література:

1. Супруненко О.О. Парадигми імітаційного моделювання при дослідженні складних систем з паралелізмом. *Східно-європейський журнал передових технологій*, 2013, 5/4 (65), С. 63-67. [Електронний документ]. Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/18353/16394>. Перевірено: 15.05.2023.
2. Супруненко О.О., Онищенко Б.О., Гребенович Ю.Є. Аналіз прихованих помилок у моделях програмних систем на основі мереж Петрі. *Електронне моделювання*, 2022, 2(44), С. 38-50. DOI: <https://doi.org/10.15407/emodel.44.02.038> [Електронний документ]. Режим доступу: <https://www.emodel.org.ua/images/em/44-2/44-2-4.pdf>. Перевірено: 15.05.2023.

УДК 52:681.3

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ НАПРЯМУ НА СОНЦЕ

Гук В. І., Голуб Д. А.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Abstract. The task of calculating the angular position of the Sun and finding two angles - the azimuth and the height above the horizon - is considered. The given

calculation algorithm can be used in the development and operation of solar hot water supply systems.

При проектування геліотехнічних систем потрібно вміти визначати напрям на сонце в заданий час з довільного місця, яке задається своїми географічними координатами. Напрямок на сонце визначається двома кутовими координатами (азимут та висота над горизонтом), які і необхідно розрахувати.

В астрономічних розрахунках зазвичай використовують Юліанську систему дат [1], яка забезпечує безперервний відлік днів від певної початкової точки. Але в геліотехнічних розрахунках зручно дату спостережень задавати номером дня у році, значення якого достатньо для визначення кутових координат сонця.

Після того, як заданий день спостережень, потрібно обчислити значення елементів орбіти Землі:

$$\bar{w} = 282.9404 + 4.70935E - 5 * d$$

$$e = 0.016709 - 1.151E - 9 * d$$

$$M = 356.0470 + 0.9856002585 * d$$

$$oblecl = 23.4393 - 3.56E - 7 * d$$

$$E = M + \left(\frac{180}{\pi}\right) * e * \sin(M) * (1 + e * \cos(M)),$$

де d – номер дня у році
 \bar{w} – довгота перилігію
 e – ексцентриситет
 M – середня аномалія
 $oblecl$ – кут нахилу екліптики
 E – ексцентриситетна аномалія

Тепер необхідно обчислити координати Сонця у прямокутній системі координат. Спочатку обчислюються кутові координати в площині екліптики, а потім ці дані перераховуються в дистанцію (відстань планети від Сонця) та істинну аномалію (кут від перигелію до планети, яку видно від Сонця):

$$x = \cos(E) - e$$

$$y = \sin(E) * \text{sqrt}(1 - e * e)$$

$$r = \text{sqrt}(x * x + y * y)$$

$$v = \text{arctg2}(y, x), \text{де}$$

x та y – координати,

r – дистанція,

v – істинна аномалія

Після цього знаходиться екліптична довгота Сонця: $lon = v + \bar{w}$. Екліптичні прямокутні координати Сонця переводяться в екваторіальну систему, а потім знаходиться схилення (Declination) та пряме піднесення (Right Ascension) Сонця [2], які показані на рис.1.

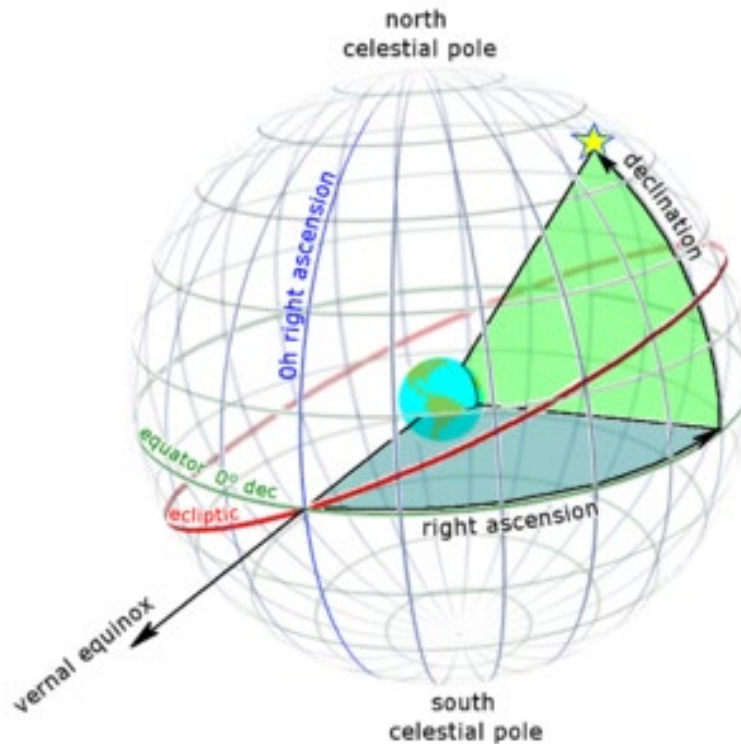


Рис 1. Схилення (зелений кут) та пряме піднесення (синій) на небесній сфері.

Схилення - це кут між площею екватора і лінією, що з'єднує центри Землі та Сонця. Через нахил Землі схилення змінюється від $-23,45^\circ$ (у день сонцестояння у грудні) до $23,45^\circ$ (у день сонцестояння у червні) і залежить від дня року.

Пряме піднесення - в екваторіальній системі небесних координат це дуга небесного екватора від точки весняного рівнодення до кола схилення світила, або кут між напрямком на точку весняного рівнодення та площиною кола схилення світила.

По екліптичних координатах сонця

$$\begin{aligned}x &= r * \cos(lon) \\y &= r * \sin(lon) \\z &= 0\end{aligned}$$

знаходяться екваторіальні координати

$$\begin{aligned}x_{equat} &= x \\y_{equat} &= y * \cos(lon) - z * \sin(lon) \\z_{equat} &= y * \sin(lon) + z * \cos(lon)\end{aligned}$$

Після чого екваторіальні координати конвертуються у схилення та пряме піднесення:

$$\begin{aligned}RA &= \arctg2(y_{equat}, x_{equat}) \\Decl &= \arctg2(z_{equat}, \sqrt{x_{equat} * x_{equat} + y_{equat} * y_{equat}})\end{aligned}$$

Тепер можна перейти до обчислення азимуту та висоти сонця у заданий момент часу. Але спочатку необхідно обчислити місцевий сидеричний (зоряний) час та час по Грінвічу.

$$GMST0 = \frac{L + 180}{15},$$

де L – середня довгота Сонця

$$SIDTIME = GMST0 + UT + \frac{LON}{15},$$

де $GMST0$ – зоряний час на Грінвічському меридіані о 00:00

UT – час (години + десяткові дробі)

LON – земна довгота у градусах

Якщо сидеричний час виходить за межі доби (0-24 години), то додається або віднімається 24 години.

Щоб обчислити висоту й азимут сонця, потрібно знати годинний кут HA . Годинний кут дорівнює нулю, коли небесне тіло знаходиться на меридіані, тобто на півдні, тобто це момент, коли небесне тіло знаходиться на найвищій висоті над горизонтом [3]:

$$HA = SIDTIME - RA,$$

де $SIDTIME$ – сидеричний час

RA – пряме піднесення

Тепер залишилось обрахувати положення Сонця у прямокутній системі координат, враховуючи годинний кут та схилення, і конвертувати результати у звичну для нас горизонтальну місцеву систему координат і знайти азимут та висоту. Обрахуємо координати в прямокутній системі координат:

$$\begin{aligned} x &= \cos(HA) * \cos(Decl) \\ y &= \sin(HA) * \cos(Decl) \\ z &= \sin(Decl) \end{aligned}$$

В горизонтальній системі координат:

$$\begin{aligned} x_{hor} &= x * \sin(lat) - z * \cos(lat) \\ y_{hor} &= y \\ z_{hor} &= x * \cos(lat) + z * \sin(lat), \end{aligned}$$

де lat – земна широта у градусах

Нарешті обчислюється азимут та висота сонця:

$$\begin{aligned} azimuth &= atan2(y_{hor}, x_{hor}) + 180_{deg} \\ altitude &= asin(z_{hor}) \end{aligned}$$

Таким чином, наведений алгоритм дозволяє обчислити кутові координати, які визначають напрям на Сонце в будь-який час. Це дозволяє виконувати необхідні повороти сонячних енергетичних установок і забезпечувати стеження установки за Сонцем, що суттєво збільшує ефективність перетворення сонячної енергії в теплову. Крім того, описаний алгоритм може бути використаний при розробці програмних доданків, які відносяться до класу «сонячних калькуляторів» та не потребують високої «астрономічної» точності. Похибка

знаходження кутових координат, як показали порівняльні дослідження, не перевищує 0.1 кутових градусів, що цілком достатньо для інженерних застосувань.

Література:

1. Юліанський календар. Матеріал з Вікіпедії- вільної енциклопедії. *Вікіпедія*: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BB%D1%96%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80 (дата звернення: 16.05.2023)
2. Що таке RA і DEC? *Celestron*: веб-сайт. URL: <https://www.celestron.com/blogs/knowledgebase/what-are-ra-and-dec> (дата звернення: 16.05.2023)
3. Обчислення положення планет – підручник з прикладами роботи. *Домашня сторінка Пола Шлайтера. Стокгольм. Швеція*: веб-сайт. URL: <http://stjarnhimlen.se/comp/tutorial.html> (дата звернення: 16.05.2023)

УДК 336.018

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ АТ «ПРИВАТБАНК»

Дядюра К. В.

*Донецький національний університет економіки
і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського*

Abstract. The purpose of writing the abstracts of the report is a comprehensive assessment of the financial activities of JSC «PRIVATBANK», a review of financial indicators and an assessment of the presence of risk based on the studied indicators in the future period.

За сучасних умов, дуже важливо, своєчасна та комплексна оцінка фінансової діяльності підприємства. У процесі спостереження за досліджуваним об'єктом якісні фактори довільно або заданим чином змінюються.

У більшості розділів математичної статистики передбачається, що кожен із численних компонентів, які визначають поведінку випадкової величини, робить дуже малий неконтрольований внесок у формування її значення однаково за силою. Дисперсійний аналіз досліджує ситуацію, коли значення, присутні в цих факторах, є певною мірою домінуючими, поки не буде необхідно з'ясувати їх зв'язок з основними випадковими значеннями.

Дисперсійний аналіз – статистичний метод, що дозволяє аналізувати вплив різних чинників на досліджувану змінну. Метою дисперсійного аналізу є