

6. Леонтьєва О.С., Обельовська К.М. Імітаційна модель множинного доступу до фізичного середовища безпроводних мереж. Технічні вісті. 2006/3(24) С. 51 – 54.
7. Леонтьєва О.С., Обельовська К.М. Моделювання множинного доступу до фізичного середовища безпроводних мереж. Технічні вісті. 2007, No. 1(25)-2(26), С. 78 - 81.

Поступила 21.08.2014р.

УДК 004.942

О.Я. Данило, НУ "Львівська політехніка"

### **ЦИФРОВА КАРТА ОПАЛЮВАЛЬНИХ ГРАДУСО-ДНІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ**

*Summary.* This paper presents a general approach to spatial estimation of heating degree-days amount. Using data on daily mean temperature for Ukraine for 1950-2013, the digital maps with data about amount of heating degree-days for every year of the period have been obtained. The benefits of using the results of this assessment to the valuation of the heat consumption have been justified. Thematic maps have been created and the general spatial-temporal trend of this parameter has been estimated.

*Keywords:* digital map, heating degree-days, energy sector, temperature zones, regulation of heat energy consumption, Ukraine.

*Анотація.* У статті представлено загальний підхід до просторового оцінювання кількості опалювальних градусо-днів. Використовуючи дані про щоденні температури для території України за 1950-2013 роки, отримано цифрові карти опалювальних градусо-днів для цього періоду. Обґрунтовано переваги використання результатів такого оцінювання для нормування витрат теплової енергії для опалювання житла. Побудовано тематичні карти та оцінено просторово-часову тенденцію у змінах цього показника.

*Ключові слова:* цифрова карта, опалювальні градусо-дні, енергетичний сектор, температурні зони, нормування витрат теплової енергії, Україна.

*Вступ.* В кліматичних умовах України значна частина енергії у житловому секторі витрачається на опалювання житлової площі. Кількість енергії, використаної на забезпечення цієї потреби, безпосередньо залежить від щоденної середньодобової температури повітря протягом визначеного періоду. Зовнішня температура повітря змінюється весь час та відрізняється у кожній конкретній точці досліджуваної території. Саме тому кількість енергії, що споживається системою опалення, не є сталою величиною, а залежить від багатьох факторів. Для врахування зміни температури повітря при плануванні

енергетичних потреб для конкретного домогосподарства, використовують інтегрований показник – кількість опалювальних градусо-днів. Ця величина є мірою того, на скільки (в градусах) і як довго (в днях) зовнішня температура повітря була нижчою заданого рівня. Очевидно, що чим нижча зовнішня температура повітря, тим більше енергії необхідно для опалення приміщень. Крім того, цю величину зручно використовувати для чисельного порівняння, на скільки певний період був теплішим чи холоднішим за інший. Кількість опалювальних градусо-днів використовується також при просторовому аналізі емісій парникових газів у житловому секторі. Тому метою цієї роботи є створення цифрової карти опалювальних градусо-днів України, як зручного інструментарію для оцінювання енергетичних потреб у житловому секторі.

Загальний підхід до обчислення опалювальних градусо-днів. Необхідність опалювання житла виникає тоді, коли середня протягом дня температура повітря опускається нижче комфортного для людини рівня ( $t_{average,i}$  – середня температура протягом  $i$ -го дня опалювального сезону). Температуру повітря, яка все ще є комфортною, називаємо базовою температурою та позначаємо  $t_{base}$ . При оцінюванні енергетичних потреб для опалювання для кожної конкретної будівлі необхідно використовувати відповідну величину базової температури, яка враховує тип будівлі, рівень її утеплення та кліматичні особливості заданої місцевості. Таким чином, для всього опалювального сезону тривалістю  $n_0$  днів, кількість опалювальних градусо-днів ( $N_{HDD}$ , HDD – англ. “heating degree days”) можна обчислити таким чином:

$$N_{HDD} = \sum_{i=1}^{n_0} N_{HDD,i}, \quad (1)$$

$$N_{HDD,i} = \begin{cases} t_{base} - t_{average,i}, & \text{якщо } t_{base} > t_{average,i} \\ 0, & \text{якщо } t_{base} \leq t_{average,i} \end{cases} \quad (2)$$

Слід підкреслити, що в загальному випадку температури  $t_{base}$  та  $t_{average,i}$ , які входять у формулу (2), залежать від території, тобто є функціями географічних координат місцевості.

При плануванні енергетичних потреб на національному рівні, зручніше користуватися однаковим показником базової температури для всіх регіонів. Такий підхід дає можливість аналізувати кліматичні особливості в окремих місцевостях та краще планувати енергетичні витрати. Саме тому, у більшості випадків при відповідних обчисленнях для Європи в цілому використовують базову температуру, що дорівнює  $18^{\circ}\text{C}$  [1-4], для Великобританії –  $15,5^{\circ}\text{C}$  [5], для США -  $65^{\circ}\text{F}$  ( $18,3^{\circ}\text{C}$ ) [6]. Однак останні дослідження показують, що базова температура може бути нижчою, в залежності від рівня утеплення помешкання, денної активності мешканців та втрат тепла внаслідок входу та виходу з житла. Так, наприклад, в Німеччині за базову температуру прийнято

15°C . При просторовому моделюванні процесів емісії парникових газів у цій роботі далі використано значення базової температури для України – 18°C , яке використовується Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України при нормуванні витрат теплоти на опалення житлових будівель [7], а також є загальноприйнятим для більшості країн Європи.

*Температурні зони України.* При проектуванні будинків, у разі нового будівництва, ремонту чи термомодернізації, для розрахунку планової річної норми витрати теплової енергії, спожитої на теплопостачання, важливо враховувати приналежність тієї чи іншої ділянки до певної температурної зони. Відповідно до Державних будівельних норм щодо теплової ізоляції будівель [8] територія України поділена на 4 температурні зони, в межах яких розраховано довгострокові середні значення опалювальних градусо-днів.

До першої температурної зони віднесено Північну, Центральну та Східну Україну. Мінімальна кількість опалювальних градусо-днів у цій зоні становить 3500. У другій температурній зоні кількість HDD коливається у межах від 3000 до 3500 градусо-днів. До цієї зони належать Дніпропетровська та Запорізька області. Закарпатська область та Південь України, за винятком узбережжя Криму, відносять до третьої температурної зони (2500-3000 градусо-днів). Найтепліше на півдні Криму, де максимальна кількість опалювальних градусо-днів сягає 2500.

Такий поділ є умовним, він ґрунтується на багаторічних спостереженнях, саме тому при оцінюванні потреб на енергію та дослідженні структури використання різноманітних видів палива за кінцевим споживанням, важливою є фактична кількість опалювальних градусо-днів для конкретного року дослідження.

*Фактична кількість опалювальних градусо-днів в Україні.* Фактичну кількість опалювальних градусо-днів для України було оцінено з використанням карти щоденних температур для Європи [9]. Цю карту було отримано в ході трьохступеневої інтерполяції результатів спостережень з метеостанцій, що знаходяться на території Європи та Середземномор'я. Вихідна база даних містить інтерпольовані значення щоденної середньої температури повітря, а також рівня опадів для 1950-2013 років. Роздільна здатність карти становить 25 x 25 км. З використанням результатів цих досліджень, а також за допомогою можливостей геоінформаційної системи, сформовано базу даних кількості опалювальних градусо-днів для кожного року. На рис. 1 представлено результати для 2000 та 2010 років. При такому оцінюванні за тривалість опалювального сезону прийнято періоди з січня по квітень та з жовтня по грудень відповідного року.

Як видно з рис. 1 найхолоднішими в Україні є північні регіони, зокрема Північний Схід країни. Найтеплішими є Південні області, а найменшою кількістю опалювальних градусо-днів характеризується Крим, як прикордонна територія між помірним і субтропічним географічними поясами. Загалом,

порівнюючи карти кількості опалювальних градусо-днів (рис. 1), можна зробити висновок, що 2010 рік був набагато холоднішим за 2000 рік. Кількість опалювальних градусо-днів у 2010 році в деяких місцевостях досягала показника 3750 днів, а найтепліше було в південних регіонах, де ця величина становила близько 2700 градусо-днів.

Використовуючи такі карти можна аналізувати енергетичні потреби окремих регіонів, а в результаті співставлення цих даних про кількість опалювальних градусо-днів з даними про фактичне споживання теплової енергії можна зробити висновки про енергетичну ефективність у цих регіонах. Так, наприклад, для опалювання  $1 \text{ м}^2$  житлової площі в північній частині Житомирської чи Чернігівської областей у середньому необхідно удвічі більше енергії, ніж для підтримання комфортної температури повітря у розрахунку на  $1 \text{ м}^2$  у приміщенні з такими самими характеристиками у південних областях України, зокрема у Криму та південних районах Одеської і Миколаївської областей. Якщо фактичне споживання енергії суттєво відрізняється в цих регіонах від прогнозованого споживання, необхідно здійснити глибший аналіз таких відмінностей та виявити причини розбіжностей. Результати такого порівняння можуть допомогти виявити потенціал окремих регіонів для підвищення їх енергетичної ефективності.

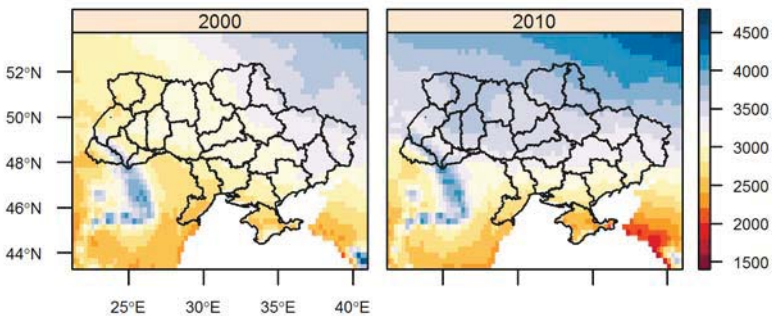


Рис. 1. Кількість опалювальних градусо-днів ( $t_{base} = 18^\circ\text{C}$ )

*Довготермінове середнє значення опалювальних градусо-днів.* При оцінюванні енергетичних потреб для опалювання житла з заданими характеристиками застосовують норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії. Важливим показником, який використовується при такому оцінюванні є довготермінове середнє значення кількості опалювальних днів. Однак, підхід, запропонований у цих вказівках, визначає основні кліматологічні дані й коефіцієнти для розрахунку споживання теплової енергії на опалення тільки для великих міст у кожній області. Для інших населених пунктів потрібно брати до уваги значення, що розраховані у середньому по області. Такий підхід часто не відображає кліматичні відмінності для населених пунктів у межах однієї області, особливо, якщо два

окремо взяті населені пункти знаходяться у віддалених один від одного точках. Особливо характерними є відмінності для областей, через які проходять границі кліматичних зон. Для того, щоб врахувати географічне розміщення населеного пункту при нормуванні витрат теплової енергії, доцільно використовувати довготермінове середнє значення розраховане не для окремих населених пунктів, а для окремих ділянок території країни. Саме тому, на основі отриманих результатів про кількість опалювальних градусоднів для 1950-2013 років, обчислено довготермінове середнє значення для всієї території України (рис. 2). Отримана цифрова карта збережена в растровому форматі з роздільною здатністю – 25 x 25 км.

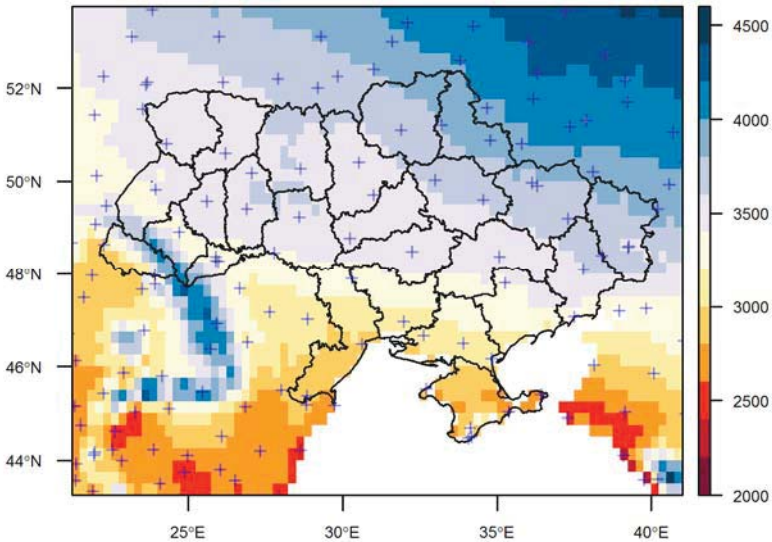


Рис. 2. Довготермінове середнє значення кількості опалювальних градусоднів (1950-2013 рр.,  $t_{base} = 18^{\circ}C$ , точки - метеостанції)

*Відносна зміна кількості опалювальних градусоднів.* Важливим показником при оцінюванні енергетичних потреб для опалювання житлової площі є параметр, який відображає на скільки рік, для якого здійснюють аналіз, був «холоднішим» чи «теплішим» у порівнянні з довгостроковим середнім значенням у кожній точці досліджуваної території. Для оцінення цього параметру з використанням обчисленого довготермінового середнього значення кількості опалювальних градусоднів (рис. 2), було здійснено аналіз відношення кількості градусоднів у 2010 році у порівнянні з довгостроковим середнім значенням (рис. 3).

Як видно з рис. 3, загалом на всій території країни у 2000 році кількість опалювальних градусоднів була меншою у порівнянні з довготерміновим

середнім значенням, що означає, що цей рік був відносно теплішим. На відміну від цього, у 2010 році температурні показники у Північно-Західних та Центральних областях країни були дещо нижчими, ніж довготермінові середні значення, саме тому кількість опалювальних градусоднів у цих регіонах була більшою.

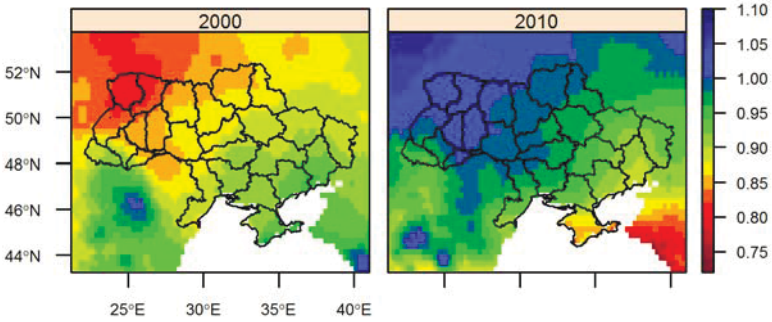


Рис. 3. Відносна зміна кількості опалювальних градусо-днів у порівнянні з довготерміновим середнім значенням за 1950-2013 рр.

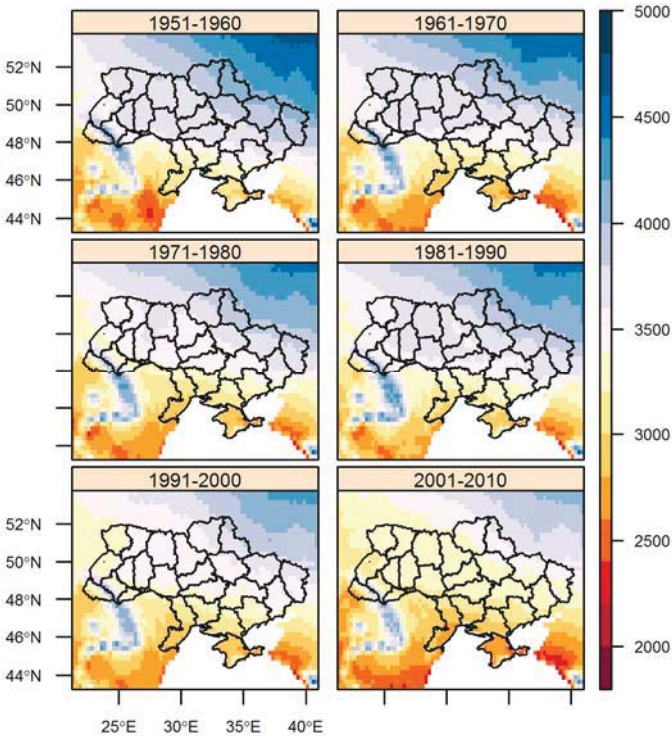


Рис. 4. Аналіз середніх значень опалювальних градусо-днів для заданих періодів

*Тенденція в зміні кількості опалювальних градусо-днів.* При проектуванні будівель, для розрахунку потреб у тепловій енергії для опалювання одиниці житлової площі, важливо знати також і загальну тенденцію в зміні кількості опалювальних градусо-днів. Для представлення результатів такого аналізу, обчислено середні значення опалювальних градусо-днів для десятиліть, а результати представлено на рис. 4.

Загалом, кількість опалювальних градусо-днів на території України зменшується з кожним десятиліттям. Так для періодів 1951-1960 та 1961-1970 років середнє значення кількості опалювальних градусо-днів для деяких територій країни досягало 4400, а для періоду 2001-2010 років максимальнє середнє значення становило тільки 3800.

*Висновки.* Кількість опалювальних градусо-днів є важливим показником при нормуванні витрат тепла для опалювання житлової площі, а також планування споживання теплової енергії у різних секторах, зокрема в комунальному та житловому секторах. Запропоновано використання цифрової карти з даними про довготермінові середні значення кількості опалювальних днів для нормування витрат теплової енергії, з метою врахування регіональних кліматичних особливостей. З використанням результатів оцінювання фактичної кількості опалювальних градусо-днів можна легко аналізувати рівень споживання теплової енергії у різних регіонах та оцінювати їхню енергоефективність. З врахуванням результатів такого аналізу, можна запропонувати впровадження диференціації у тарифах на теплову енергію, яка б заохотила як окремі домогосподарства, так і цілі підприємства до ефективнішого використання енергетичних ресурсів.

1. *Durmayaz A.* An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in Istanbul / Durmayaz A., Kadioglu M., Sen Z. // Energy. – 2000. – V. 25(12). - P. 1245–1256.
2. *Gümrah F.* Modeling of gas demand using degree-day concept: case study for Ankara / Gümrah F., Katircioglu D., Aykan Y., Okumus S., Kilincer N. // Energy sources. – 2001. – 23(2). - P. 101-114.
3. *Kenisarin M.* Energy saving potential in the residential sector of Uzbekistan / Kenisarin M., Kenisarina K. // Energy. – 2007. – 32(8). - P. 1319–1325.
4. Kreider J. F. Heating and cooling of buildings: design for efficiency / Kreider Jan F., Peter Curtiss, Ari Rabl. – New York : McGraw-Hill, 1994. – 835 p.
5. *Day A. R.* Identification of the uncertainties in degree-day-based energy estimates / Day A. R., Karayiannis T. G. // Building Services Engineering Research and Technology. – 1999. – V. 20.4. - P. 165-172.
6. *Isaac M.* Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change / Isaac M., van Vuuren D. P. // Energy Policy. – 2009. – V. 37(2). -P. 507–521.
7. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби України : КТМ 204 України 244-94. – Київ : Державний комітет України по житлово-комунальному господарству, 2001. – Режим доступу:

<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>.

8. Державні будівельні норми ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель".

9. *Haylock M. R.* A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006 / *Haylock M. R., Hofstra N., Klein Tank A. M., et al.* // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres.* - 2008. – V. 113, is. D20. – 12 p.

*Поступила 11.09.2014р.*

УДК 004.032.26

І.Г. Цмоць, д.т.н., О.В. Скорохода, к.т.н., Б.І. Балич,  
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

## **МОДЕЛЬ ТА НВІС-СТРУКТУРА ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА ПАРАЛЕЛЬНО-ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПУ З ТАБЛИЧНИМ ФОРМУВАННЯМ МАКРОЧАСТКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

*Анотація.* Розроблено модель формального нейрона паралельно-вертикального типу з табличним формуванням макрочасткових добутоків і синтезовано базу та НВІС-структури для її реалізації.

*Abstract.* The model of the parallel-vertical formal neuron with tabular formation of macro partial products has been designed. Base- and VLSI-structure for its implementation have been synthesized.

*Ключові слова:* формальний нейрон, нейромережа, паралельно-вертикальне опрацювання, НВІС-реалізація.

*Keywords:* formal neuron, neural networks, parallel vertical processing, VLSI-implementation.

### ***Вступ***

Створення високоефективних нейромережових засобів реального часу потребує широкого використання сучасної елементної бази, розроблення нових моделей нейрона, орієнтованих на реалізацію у надвеликих інтегральних схемах (НВІС), методів, алгоритмів і спеціалізованих НВІС-структур для реалізації нейроелементів та нейромереж. З огляду на це особливої актуальності набуває завдання синтезу нейроелементів і нейромереж, орієнтованих на опрацювання даних у реальному часі та НВІС-реалізацію з високою ефективністю використання обладнання [1-7].

Як було показано у [8], для забезпечення високої продуктивності НВІС-реалізації і зменшення кількості виводів інтерфейсу пропонується опрацювання даних у нейронних елементах здійснювати паралельно розрядними зрізами (вертикально) на основі багатооперандного підходу/