

## ТЕМПЕРАТУРНО-ПОГОДНІ ФАКТОРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

*Проведено аналіз фактичних значень температур зовнішнього повітря за останні роки та оцінку необхідності внесення змін в нормативну базу тепlopостачання.*

*Проведен анализ фактических значений температур наружного воздуха за последние годы и оценка необходимости внесения изменений в нормативную базу теплоснабжения.*

*The analysis of actual values of ambient air temperatures over the past few years and assess the need for changes in the heating supply regulatory framework in exiquited.*

### **Вступ, аналіз останніх досліджень та постановка проблеми**

Зміни погодних умов мають вплив на показники енергетичної ефективності усіх елементів системи тепlopостачання (джерело теплоти, мережі, споживачі), тому прогнозування їх розвитку неможливо без урахування цих факторів. Температурно-погодні умови потрібно враховувати і на стадії проектування об'єктів, і при їх експлуатації, при проведенні енергетичних обстежень та розробці енергозберігаючих рекомендацій, а також при моніторингу ефективності споживання теплової енергії. Методологія проектування систем опалення заснована на розрахунках для характерних періодів року: найбільш холодна п'ятиденка (по розрахунковій температурі на опалення), опалювальний період (по середній температурі на опалення), розрахунковий рік (по числу градусодіб). Згідно [1] витрати енергії на опалення визначаються як функція показника градусо-дні опалювального періоду (ГД ОП), його універсальність для порівнювальних оцінок підтверджується практичним досвідом. Але цей показник є прийнятним лише для оцінки середньосезонних параметрів системи опалення. Існуюча нормативна база, що враховує показник ГД, направлена в основному на проектування, але доцільно проводити більш глибокий аналіз впливу погодних умов і при оцінці ефективності експлуатації та впровадженні енергозберігаючих заходів.

Прийнятий в Росії СНиП «Строительная климатология» [2] містить стандартні погодні дані для проектування для усіх міст України, але в нашій країні розрахункові значення зовнішніх температур для систем опалення багато років не переглядалися і досі діє СНиП, розроблений у 1982 році [3].

В роботах російських спеціалістів [4] розроблено модель енергоспоживання країни з урахуванням прогнозування кліматичних змін на перспективу та доведено, що обумовлені природними коливаннями

зміни споживання теплової енергії по величині можуть бути порівняні зі змінами, обумовленими соціально-економічними факторами і їх необхідно враховувати в програмах довгострокового розвитку енергетики. Визначено [4], що до 2050 р. на території Росії очікується скорочення ОП на 10-20 днів та загальне потепління клімату. Багаторічні дослідження фактичних температурних умов та ГД для Польщі [5] також засвідчують таку тенденцію. Все це доводить актуальність проведення аналізу фактичних даних зовнішніх температур та ГД для міст України та їх вплив на ефективність теплопостачання.

Цей аналіз виконано на прикладі м.Києва з метою порівняння з встановленими нормами та оцінки необхідності внесення змін.

### **Зміна зовнішніх температур**

Нами досліджені дані Укргідрометеоцентру та проведений аналіз добових, середньомісячних температур зовнішнього повітря та їх змін за ОП останніх 15 років (1996-2010 р.р.) на прикладі м. Києва. Для можливості порівняльних оцінок за основу прийнято наступні терміни опалювального періоду: з 15 жовтня по 15 квітня. Як показує рис. 1, середньомісячна температура за один і той же період окремих років значно коливається, тому поточні кліматичні умови можуть суттєво відрізнятись від стандартного клімату. Спостерігається тенденція зміни температури зовнішнього середовища протягом ОП в бік підвищення. В графічному вигляді аналіз періоду стояння фактичних середньодобових температур за 15 років та нормативних даних представлено на рис. 2. Спостерігається тенденція до збільшення кількості годин стояння температур вище +8 °С.

Було висунуто припущення щодо можливого коригування офіційних термінів ОП, а саме зменшити кількість днів ОП в квітні та жовтні. Проведений аналіз показав, що спостерігається коливання температур як в більшу, так і в меншу сторону відносно 8°С, тому доцільним є місцеве обмеження подачі теплоти.

Більш детально з кроком 1 °С проаналізовано кількість днів стояння середньодобових температур за ОП (рис. 3). Середньодобові температури від мінус 5 С та вище тримаються близько 83% днів ОП, а згідно нормативів ця величина складає 74%, що також вказує на зниження періоду стояння низьких температур. Аналіз показав, що зовнішня температура лише 6 днів (у січні) за усі 15 років дослідження була близька до розрахункової на опалення [1].

Середньодобові значення температур за декілька років сортувались за величиною, після чого проводився розрахунок відносної частоти стояння кожної з середньодобових температур протягом середньостатистичного ОП (рис. 4).

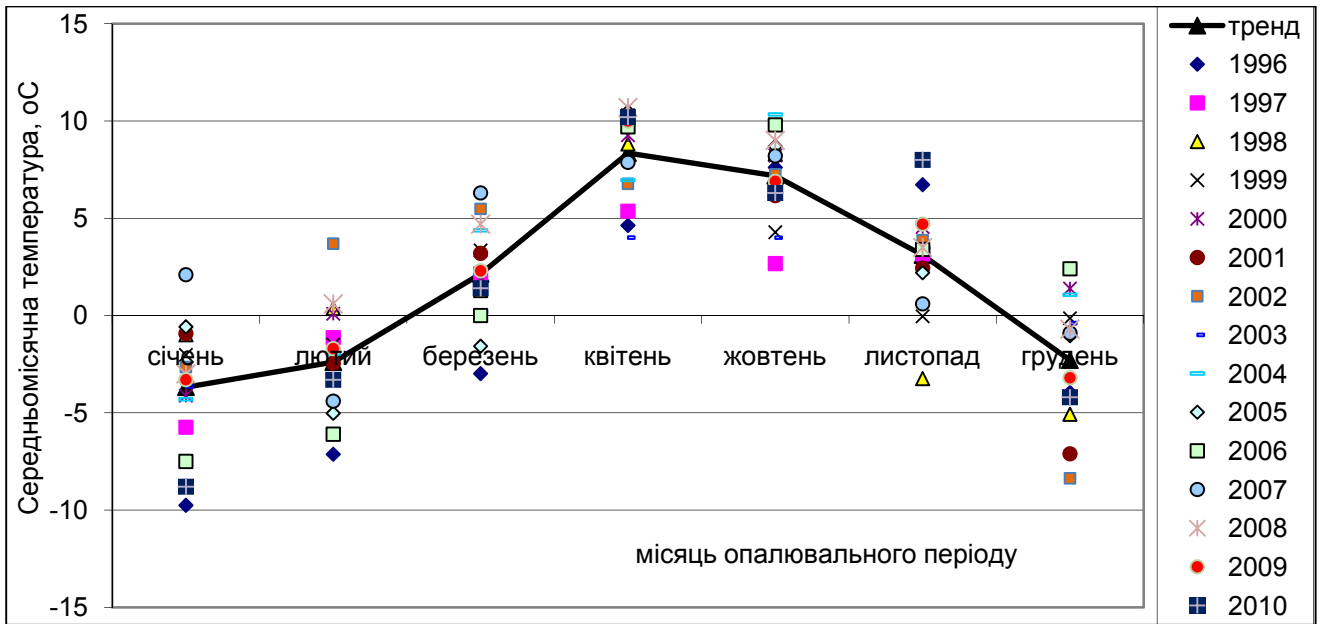


Рис. 1. Зміна зовнішньої температури протягом ОП

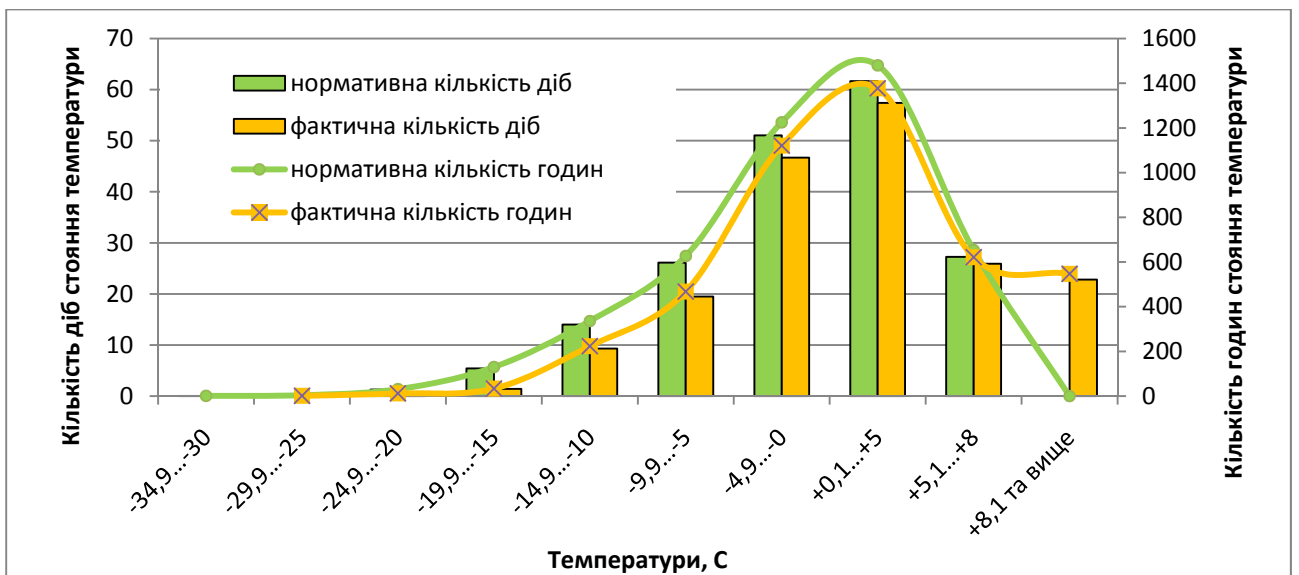


Рис. 2. Період стояння нормативних [6] та фактичних зовнішніх температур за ОП

Аналіз графіка показує, що біля 15 % ОП утримується температура вища, ніж  $8^{\circ}\text{C}$ , що вказує на можливості енергозбереження при правильному регулюванні навантаження. Зовнішня температура нижче мінус  $1,1^{\circ}\text{C}$  утримується протягом більше третини ОП, а температура мінус  $22^{\circ}\text{C}$ , на яку за нормами проектується обладнання системи опалення, утримується протягом декількох годин (або 0,5% днів), тобто можливості його повністю будуть використовуватись лише один день на рік в середньому. Тому доцільним є створення комбінованих систем, які включають базові елементи для забезпечення опалення до настання тих температур, нижче яких частота стояння знижується (для умов Києва це близько мінус  $1^{\circ}\text{C}$ , див. рис. 5) та пікові джерела. На рис. 6. наведено прилад співвідношення кількості теплової енергії на потреби опалення при виборі потужності основного джерела за температурою мінус  $1,1^{\circ}\text{C}$ . Конкретне значення цієї температури може бути обґрунтовано лише після детальних техніко-економічних розрахунків з урахуванням наявних типорозмірів обладнання, але через відсутність відповідної офіційної статистичної інформації щодо фактичних погодних умов міст України подібні розрахунки часто виконуються при різних вихідних даних, у зв'язку з чим результати обчислень можуть значно різнитися. Доцільним є уніфікація підходів при таких розрахунках.

Інтегральний графік теплового навантаження [7], побудований для м.Києва (рис. 7) показує: якщо опалювальне навантаження забезпечується двома джерелами, одне з яких має продуктивність, що дорівнює 60% від максимальної, а інше – 40 %, то перше може забезпечити 94 % річної кількості теплоти, а друге – тільки 6 %. Обираючи основне джерело теплоенергії, що має продуктивність 80% від максимальної, можемо забезпечити 99% виробництва річної кількості теплової енергії. При використанні інтегрального графіку, побудованого за нормами [8], похибка може складати до 8%, а це може призвести до суттєвих відхилень в результатах при визначенні техніко-економічних показників джерел теплоти.

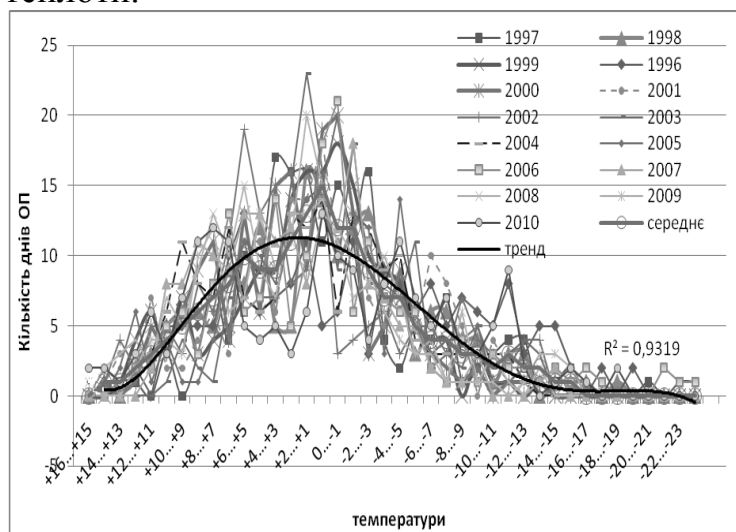


Рис. 3. Період стояння середньодобових температур зовнішнього повітря за ОП

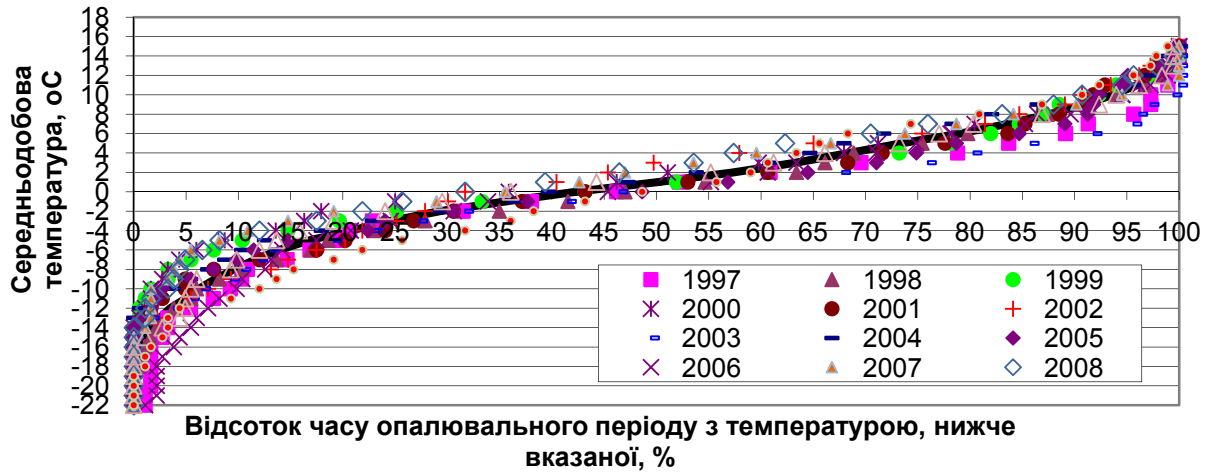


Рис. 4. Розподіл частоти середньодобової температури ОП



Рис. 5. Вірогідність середньодобової температури середньостатистичного ОП у м.Києві

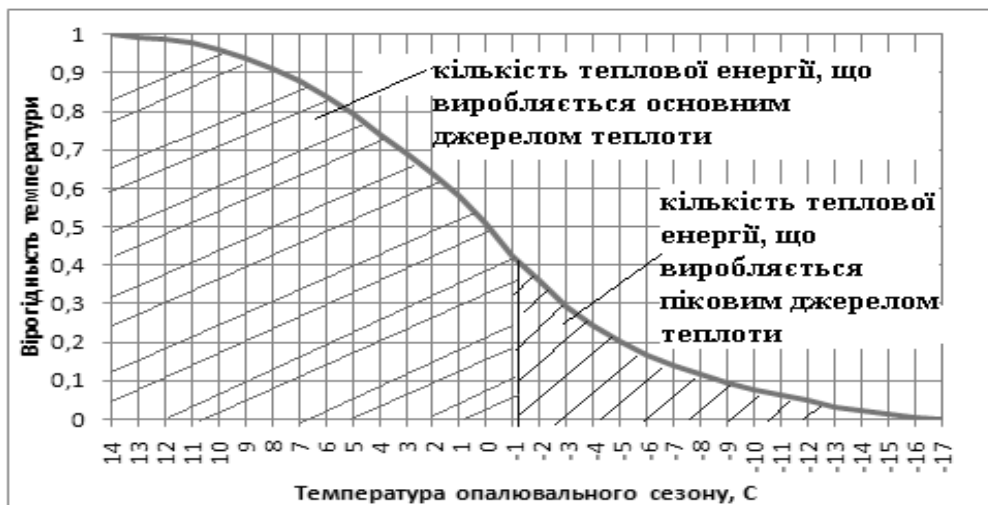
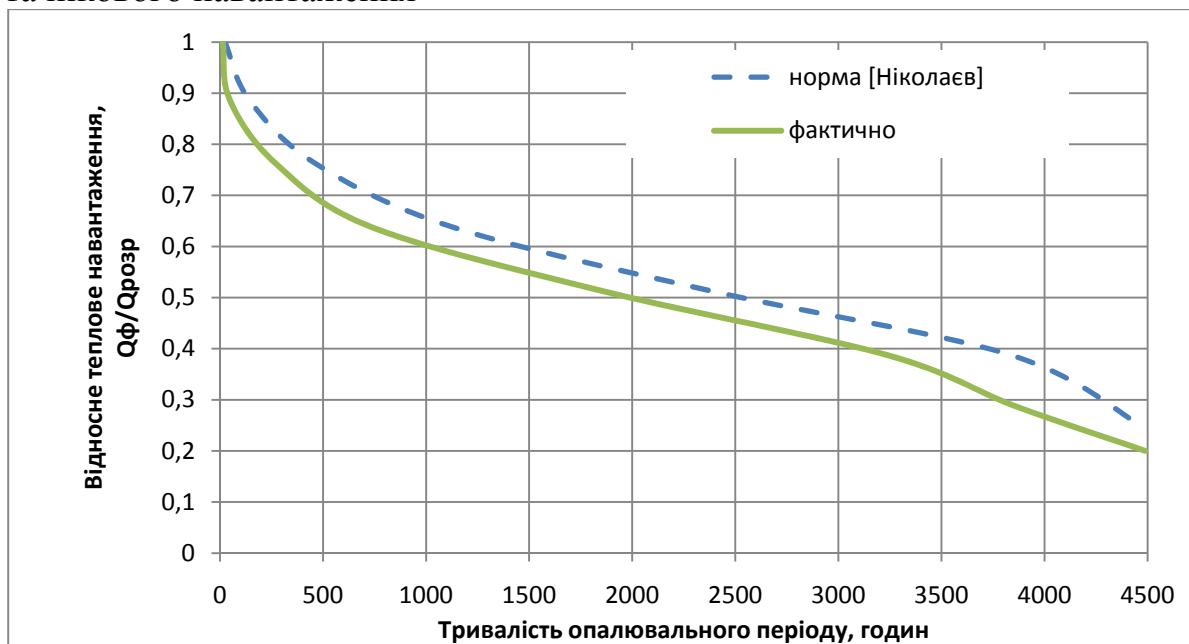
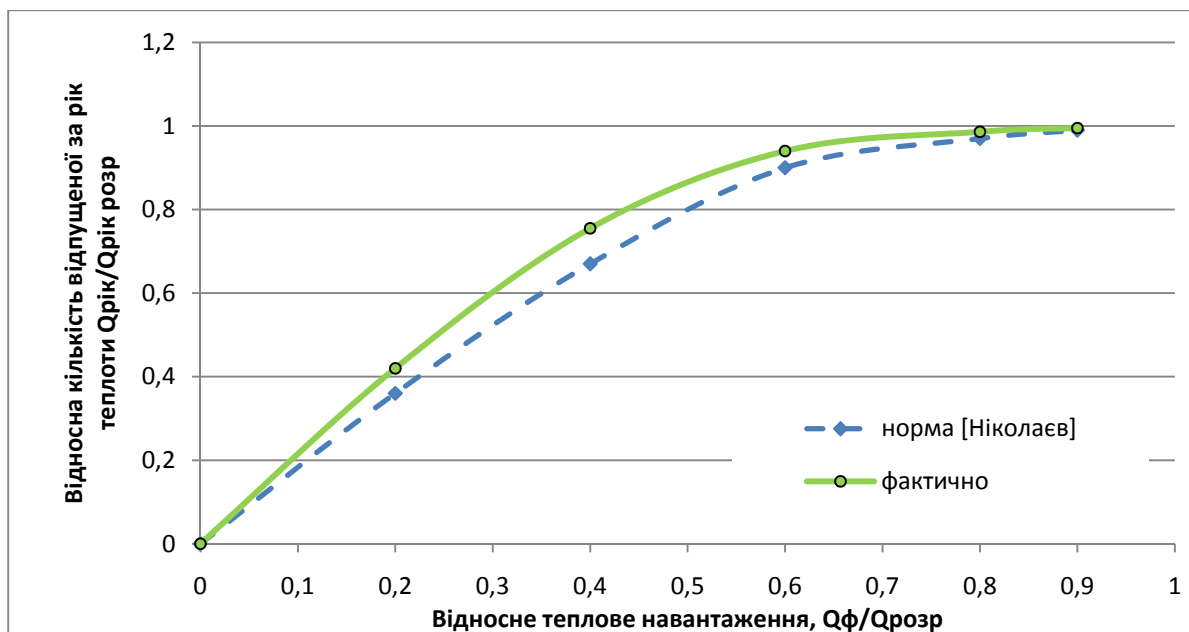


Рис. 6. Співвідношення кількості теплоенергії за рахунок основного та пікового навантаження



а



б

Рис. 7. Побудова інтегрального графіку навантаження на опалення  
а – графік тривалості опалювального навантаження, б – інтегральний графік

За досліджувані роки 60% ОП тримається температура, вища, ніж мінус 1 °С, що є близьким значенням до нормативної середньої температури ОП (для Києва -1,1°С), а 80% часу ОП тримається температура, вища ніж мінус 5°С, що є близьким значенням до середньої температури холодного місяця (для Києва -5,9°С). Тому для можливості уніфікації доцільним буде введення рекомендації проведення розрахунків при виборі варіантів та потужності основного та пікових джерел енергії саме при цих розрахункових температурах, але остаточні висновки можливі лише після проведення детальних техніко-економічних розрахунків.

Проведений аналіз амплітуди коливань температур повітря за кожен день місяця на прикладі січня за період 15 років показав, що максимальне коливання зовнішньої температури відбувалося 21 січня (28°С), причому такі погодні зміни відбувалися за два послідовних роки (у 2006 середня температура в цей день була -23,8 °С, у 2007 +4,4 °С). Споживання теплоти на опалення будівлею за день внаслідок такого впливу може відрізнятись більше ніж в три рази за два послідовних роки, що вказує на обов'язковість врахування погодних умов при проведенні моніторингу теплоспоживання. Розмах температур за останні роки (табл. 1) суттєво відрізняється від нормативних величин в бік підвищення коливань, це створює передумови до широкого використання засобів місцевого регулювання подачі теплоносія.

Таблиця 1

Дослідження амплітуди середньодобової температури протягом місяця ОП

	Місяць ОП	січень	лютий	березень	квітень	жовтень	листопад	грудень
Фактичні дані	Амплітуда, °С (max)	23,4	21,0	18,3	14,5	13,5	24,1	26,3
	Амплітуда, °С (середня)	16,4	15,5	13,0	10,2	10,3	15,3	16,6
Нормативні дані [3]	Амплітуда, °С (max)	19,5	21,7	16,8	19,6	16,8	15,3	17
	Амплітуда, °С (середня)	5,3	5,8	6,8	8,7	7,6	4,8	4,4

**Аналіз градусо-днів опалювального періоду.** Кількість градусо-днів ОП може бути визначена через середню температуру ОП, як це передбачають ДБН [9], але більш точний підрахунок можна провести наступним чином:  $ГД = \sum_{j=1}^m (t_{ен} - t_{зj}) \cdot K_{дiбj}$ , або  $ГД = \sum_{k=1}^{n_0} (t_{ен} - t_{зk})$ , де  $j$  – місяць ОП;  $t_{ен}$  - температура внутрішнього повітря згідно призначення будівлі;  $t_{зj}$  - температура зовнішнього повітря середня для місяця  $j$ ;  $m$  - кількість місяців;  $K_{дiбj}$  - кількість днів ОП в місяці  $j$ ;  $n_0$  - тривалість ОП;  $k$  – день ОП;  $t_{зk}$  - середня температура зовнішнього повітря для кожного дня  $k$  ОП. Температурні умови, які відрізняються від стандартних, в значній мірі впливають на величину фактичних ГД (табл. 2). Різниця за один і той же

місяць може складати 270 ГД за два послідовних роки (лютий 2002 – 401, 2003– 671), а коливання кількості ГД за певний місяць – 368 ГД. Такі коливання можуть призвести до відхилення в кількості теплоти на опалення в розмірі 60%.

Назріла необхідність переглянути стандартні значення температур ОП. Навіть за 15 років осереднення відхилення в кількості ГД, розрахованих за добовими температурами, в січні складає 8%, тоді як в грудні ця похибка майже зникає. В нормативах відсутні середні температури ОП для перехідних місяців (квітень, жовтень), але наведення подібних стандартних даних буде доцільним для можливості порівняльних оцінок різних джерел теплоти.

Таблиця 2.

Коливання фактичної кількості ГД по місяцях ОП

Місяць		10	11	12	1	2	3	4
Норма		168	477	629	732	622	536	140
Фактично	min	130	300	484	493	401	363	107
	max	261	637	817	861	779	651	210
коливання		130	337	334	368	379	288	103

### **Вплив температурних умов на енергоефективність будівель**

За типовим проектом сучасної 22-поверхової житлової будівлі були проведені розрахунки витрат теплової енергії на опалення будівлі протягом ОП за методикою, наведеною в [9,10]. Детальні вихідні дані щодо конструктивних особливостей даної будівлі наведено в [10, дод. Д]. Розрахунки проводилися для різних міст в межах однієї температурної зони при двох значеннях кількості ГД ОП: для відповідної температурної зони згідно [10] та нормативне для певного міста згідно [1]. Дослідження показали (рис. 8), що відхилення можуть бути і в більшу, і в меншу сторону в межах певної зони, а це призводить до того, що будівля матиме вищий або нижчий клас енергоефективності, що впливатиме на прийняття інженерних рішень щодо конструкції будівлі. Потрібно відмітити, що при розрахунку теплонадходжень від сонця за ОП згідно норм [10] наводяться стандартні дані для різних міст з орієнтацією по сторонах світу, проте вплив температурних умов в межах певної температурної зони не приймається до уваги. Доцільним буде впровадження рекомендації врахування нормативної кількості ГД ОП для певного міста, а не стандартних значень для температурної зони.





Рис. 8. Розрахунки класу енергетичної ефективності сучасної житлової 22-поверхової будівлі, збудованої за типовим проектом

**Висновки.** Показано актуальність та необхідність прийняття нового нормативного документу щодо розрахункових зовнішніх температур для систем тепlopостачання та запропоновано внесення поправок в методику визначення класу енергоефективності для складання енергопаспорту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.05-91\*У Отопление, вентиляция и кондиционирование.
2. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» - М.: Госстрой России.
3. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М. – 1983. – 67 с.
4. Изменение климата и потребление энергии в Европейской части России: ретроспектива и прогноз / Клименко В.В., Терешин А.Г., Безносова Д.С. – Вестник МЭИ. – 2003 - № 5. – с.76-81.
5. Юзеф Допке. Обчислення кількості градусо-днів обігрівання за методом EUROSTAT. / Ринок інсталяцій. – 2010. - № 11 (159) – с. 22-24.
6. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник / Манюк В.И., Каплинский Я.И., Хиж Э.Б. и др. – М: Стройиздат, 1988, - 432 с.
7. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. [для ВУЗов] – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 360 с.
8. Справочник проектировщика: Проектирование тепловых сетей / Под ред. А.А.Николаева. – М.: Стройиздат, 1965. – 359 с.
9. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»
10. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції