

УДК 620.90

В. А. Волощук, канд. техн. наук, доц.;**А. М. Рокочинський**, д-р техн. наук, проф.

ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЗМІНУ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ КРАЇНИ

На прикладі Рівненського регіону, виходячи з ретроспективного аналізу метеоданих другої половини ХХ ст., а також на основі прогнозу можливих змін погодно-кліматичних умов через глобальне потепління, зроблено оцінку зміни параметрів опалювального періоду та обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору.

Стан проблеми

Глобальне потепління стає однією з головних проблем людства найближчого майбутнього. Інструментальні дослідження, що ведуться вже 100...150 років, катастрофічні явища великих масштабів переконливо свідчать, що клімат дійсно почав змінюватись, причому відносно швидко. [1, 2].

Зміна клімату, яка спостерігається сьогодні та прогнозується в майбутньому, може мати значні природні, економічні і соціальні наслідки. Тому вже зараз виникає необхідність у визначенні впливу прогнозованих глобальних змін клімату та розробки відповідних адаптаційних рішень щодо цих змін та пом'якшення їх наслідків [1, 3, 4, 5].

Енергетика відноситься до тих галузей економіки, де має місце значний взаємозв'язок і взаємовплив техносфери та навколишнього середовища, в тому числі і погодно-кліматичних чинників. Вплив погодно-кліматичних умов на енергетику виражається у зміні умов виробництва енергії, коливаннях потреби в ній з боку споживачів, а також у різних умовах експлуатації і утримання енергооб'єктів [6, 7].

З іншого боку, безсумнівно, існує зворотний зв'язок між енергетикою та природно-кліматичним середовищем.

Однією з найважливіших складових паливно-енергетичного комплексу багатьох країн світу є теплопостачання.

Теплопостачання в житлово-комунальному секторі іде на забезпечення потреб в опаленні, вентиляції й кондиціонуванні, що відноситься до сезонних потреб, а також для гарячого водопостачання, що здійснюється протягом року [8]. Потреба в опаленні та вентиляції виникає в холодний період року. Кондиціонування повітря здійснюється, зазвичай, в теплий період року.

Найбільша частка теплопостачання в житлово-комунальному секторі України припадає на опалення та вентиляцію.

Виходячи з викладеного, для довгострокового планування та оптимізації роботи паливно-енергетичного комплексу країни, розробки перспективних державних й галузевих програм, що пов'язані з виробництвом, транспортуванням та споживанням енергоресурсів, обов'язково необхідно враховувати динаміку змін клімату, що спостерігається вже сьогодні та прогнозується в майбутньому. Особливо це стосується систем теплопостачання, оскільки на цю сферу витрачається значна доля енергоресурсів, і одними з визначальних факторів впливу на об'єми теплоспоживання є погодно-кліматичні чинники [8, 9].

Нами [7] розглянуті сучасні загальні прояви зміни клімату та результати оцінювання за довготерміновим прогнозом можливої зміни погодно-кліматичних умов і їх можливого впливу на сектор енергетики за глобального потепління на прикладі зони Західного Полісся України. Отримані результати показали, що внаслідок процесів глобального потепління, за термін від 35...50 до 100 років, температура та коефіцієнт вологозабезпеченості (відношення суми опадів до суми випаровуваності за відповідний період) для цієї території можуть змінитися на 15...50 %, у порівнянні з сучасним станом. Такі зміни, без сумніву, можуть суттєво вплинути на паливно-енергетичний комплекс регіону.

В Росії за відповідними моделями були проведені дослідження деяких параметрів опалюваль-

ного періоду (середньої тривалості $\Delta\tau$ опалювального періоду та дефіциту тепла ΔD) європейської частини Росії в умовах глобального потепління [10—15].

Тривалість опалювального періоду співпадає з тривалістю холодного періоду року, який визначається як відрізок часу із середньодобовою температурою зовнішнього повітря, рівною $+8\text{ }^\circ\text{C}$ і нижче [16].

Дефіцит тепла — інтегральна сума перепадів температур повітря всередині та ззовні будівель за опалювальний період [10]. В нормативній літературі замість терміну «дефіцит тепла» вживають термін «кількість градусо-днів» [17]. Кількість градусо-днів (або дефіцит тепла) можна розрахувати як добуток різниці середньої температури опалювального періоду і внутрішньої температури повітря в приміщеннях на тривалість опалювального періоду [18]

$$\Delta D = \Delta\tau(t_{\text{вн}} - t_{\text{оп_ср}}), \quad (1)$$

де $\Delta\tau$ — тривалість опалювального періоду, доби; $t_{\text{вн}}$ — температура повітря в приміщеннях, $^\circ\text{C}$, яка в більшості випадків приймається рівною $+18\text{ }^\circ\text{C}$ [19]; $t_{\text{оп_ср}}$ — середня температура опалювального періоду, $^\circ\text{C}$.

У роботах [10—15] з прогнозу зміни параметрів опалювального періоду внаслідок глобального потепління для європейської частини Російської Федерації отримані різні значення. Але у всіх цих результатах має місце досить суттєве зменшення до 2050 року, відносно сучасного стану, як тривалості опалювального періоду $\Delta\tau = 7 \dots 50$ днів так і дефіциту тепла $\Delta D = 10 \dots 25\%$.

Безносова Д. С. [10] вказує, що викликане до 2050 року можливими змінами клімату скорочення споживання палива на теплопостачання співрозмірне з потенціалом організаційно-технологічних заходів, спрямованих на економію енергоресурсів у сфері електроенергетики та теплопостачання.

Аналіз літературних джерел показав, що в Україні сьогодні не враховується динаміка зміни погоднокліматичних умов та їх вплив на сектор енергетики в цілому та окремі її галузі зокрема. Наприклад, в нормативних документах [19], а також [20], що введений на заміну попереднього документу [19], наведені такі параметри опалювального періоду, які не відображають реальної картини сучасних умов клімату.

В [21] спрогнозовано теплоспоживання, в тому числі і житлово-комунального сектору до 2030 року. Але в цьому документі знову ж таки не враховується можливе скорочення потреб у паливі на теплопостачання внаслідок процесів зміни клімату.

Метою роботи є оцінка можливих змін обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору на території Рівненської області на основі ретроспективного аналізу та результатів прогнозу можливих змін клімату на цій території за умов глобального потепління.

Основні результати

Опалювальний період характеризується декількома прикладними кліматичними параметрами. Крім вищевказаних характеристик опалювального періоду (тривалість опалювального періоду, середня температура опалювального періоду, кількість градусо-днів), розглядається також середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки відповідної забезпеченості, яка призначена для вибору теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівлі і визначення потужності системи опалення [16].

Отже, для оцінки змін параметрів опалювального періоду та потреб у паливі на теплопостачання житлово-комунального сектору Рівненського регіону, в якості вихідної інформації використовувався масив даних Рівненського обласного центру з гідрометеорології за період з 1945 по 2007 рр. з метеостанцій Рівне, Дубно, Сарни, які знаходяться в межах Рівненської області.

За методикою, що наведена в [16], для кожної метеостанції були визначені вказані вище параметри опалювального періоду в межах різних періодів: базовий варіант (1945—1975 рр.), період з 1975 по 2007 рр. (32 роки) та період з 1985 по 2007 рр. (22 роки).

Узагальнені результати розрахунків наведені в табл. 1.

Визначені зміни параметрів опалювального періоду відповідно за останні 32 роки та 22 роки у порівнянні з базовим періодом для метеостанцій Рівненської області

Період	Тривалість опалювального періоду, доби	Середня температура опалювального періоду, °С	Розрахункова температура опалення, °С
Дубно			
Останні 32 роки	-4	+0,57	-1,0
Останні 22 роки	-6	+0,80	-1,0
Рівне			
Останні 32 роки	-4	+0,60	-1,5
Останні 22 роки	-5	+0,90	-1,5
Сарни			
Останні 32 роки	-4	+0,67	-1,0
Останні 22 роки	-5	+0,92	-1,0

Виходячи із даних табл. 1, можна зробити висновок про наявність чіткої тенденції змін у часі параметрів опалювального періоду для всіх метеостанцій Рівненського регіону. Так, розраховані для періоду з 1975 по 2007 рр. тривалості опалювального періоду для всіх трьох станцій скоротилися на 4 доби, у порівнянні з базовим періодом, розрахункова температура для опалення для цих метеостанцій знизилася, у порівнянні з базою, на 1...1,5 °С, а середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря зросла на 0,6...0,7 °С. Розраховані для періоду з 1985 по 2007 рр. ці ж самі параметри, у порівнянні з базою, змінилися ще більше: тривалість опалювального періоду зменшилася на 5...6 діб, а середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря зросла на 0,8...0,9 °С.

Необхідно зазначити, що визначаючи характеристик опалювального періоду, низка вихідних параметрів вважається репрезентативною, якщо вона включає дані за 30 і більше років [20]. Тобто, дані, що наведені в табл. 2, можна вважати такими, що відображають реальну картину зміни характеристик опалювального періоду. В нормативному документі [20] подано дані, які характеризують базовий період — 1945—1975 рр., хоча там вказано, що ці параметри розраховані за період з 1961 по 1990 рр.

Виходячи з табл. 1 та використовуючи формулу (1) для кожної метеостанції, були визначені відповідні значення градусо-діб.

Прийнявши, що загальні витрати теплоти на опалення та вентиляцію за опалювальний період є прямопропорційними кількості градусо-діб [8, 17], а потужність систем опалення та теплозахисні характеристики зовнішніх огорожень будівель прямопропорційні різниці температур всередині будівель та розрахункового значення зовнішньої температури для опалення, яка приймається, як правило, рівною середній температурі зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 [8, 16, 17, 20], були визначені зміни обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору для різних періодів другої половини ХХ ст. Рівненського регіону, обумовлені погоднокліматичними умовами. Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Із табл. 2 бачимо, що зміни параметрів опалювального періоду у Рівненському регіоні, у свою чергу, спричинили зниження, у порівнянні з базовим варіантом, середньорічних за період 1975—2007 рр. потреб теплоти на опалення й вентиляцію на 5...6 %, а також зниження розрахункових значень потужності системи опалення та теплозахисних характеристик будівель на 3...4 %. Для періоду 1985—2007 рр. середньорічні потреби на опалення та вентиляцію, відповідно, знизились, у порівнянні з базою, майже на 8 %, а розрахункові значення потужності системи опалення, вентиляції та теплозахисних характеристик будівель — на 3...4 %. Ці дані отримані з урахуванням змін тільки погоднокліматичних чинників. Вплив зміни чисельності населення регіону за вказані періоди не враховувались.

**Визначені зміни обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору,
зумовлені погодно-кліматичними чинниками, за останні 32 роки та за останні 22 роки
у порівнянні з базовим періодом для метеостанцій Рівненської області**

Період	Загальна витрата теплоти на опалення та вентиляцію за опалювальний період, %	Потужність системи опалення та теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівель, %
Дубно		
Останні 32 роки	-5,0	-3,0
Останні 22 роки	-7,5	-3,0
Рівне		
Останні 32 роки	-5,4	-4,0
Останні 22 роки	-7,5	-4,0
Сарни		
Останні 32 роки	-5,8	-3,0
Останні 22 роки	-7,6	-3,0

Для визначення можливих змін параметрів опалювального періоду Рівненського регіону в умовах глобального потепління було виконано прогнозування на довготерміновій основі нормованого розподілу у багаторічному та внутрішньорічному перерізі основних метеорологічних характеристик за методами, інформаційним та програмним забезпеченням з їх реалізації на ЕОМ, розробленими на кафедрі гідромеліорації та кафедрі теплоенергетики і машинознавства НУВГП. При цьому були враховані прогнозовані зміни основних метеорологічних чинників в умовах глобального потепління, визначені за моделями CCCM — модель Канадського кліматичного центру, і UKMO — модель Метеорологічного бюро об'єднаного королівства, які розглядають зміни клімату, з розрахунку подвоєння вмісту вуглекислого газу CO₂ в атмосфері, відповідно на 4 та 6 °C за період від 35...50 до 100 років [3].

Результати моделювання наведені в табл. 3.

**Можливі зміни параметрів опалювального періоду для метеостанції Рівненського регіону
внаслідок процесів глобального потепління у порівнянні з базовим періодом (1945—1975 рр.),
визначені на основі моделей CCCM та UKMO**

Модель	Тривалість опалювального періоду, доби	Середня температура опалювального періоду, °C
	Рівне	
CCCM	-29	+ 3,2
UKMO	-66	+ 4,2
Сарни		
CCCM	-36	+ 3,5
UKMO	-60	+ 5,2

Із табл. 3 випливає, що розрахована з використанням різних моделей тривалість опалювального періоду для Рівненського регіону може за рахунок процесів глобального потепління суттєво зменшитись. Якщо врахувати прогноз за моделлю CCCM, то цей показник може зменшитись на 29...36 діб, у порівнянні з базовим періодом, а за моделлю UKMO — 60...66 діб. Середня температура опалювального періоду, навпаки, може зрости на 3,2...3,5 °C (дані моделі CCCM) або 4,2...5,2 °C (дані моделі UKMO), у порівнянні з базовим періодом.

Такі зміни можуть скоротити зумовлене погодно-кліматичними чинниками енергоспоживання на

опалення й вентиляцію житлово-комунального сектору цього регіону на 30 % (згідно з моделлю СССМ) та 50 % (згідно з моделлю УКМО).

Висновки

Зміни погодно-кліматичних умов, що спостерігаються сьогодні і прогноуються в майбутньому, вже впливають і можуть ще істотніше впливати на процеси виробництва, транспортування та споживання енергоресурсів. Суттєвих змін може зазнати і сфера теплопостачання житлово-комунального сектору країн.

Ретроспективний аналіз метеоданих Рівненського обласного центру з гідрометеорології з станцій Рівне, Сарни, Дубно за період з 1945 по 2007 рр. показав, що розраховані за останні 32 роки основні параметри опалювального періоду, у порівнянні з базовим періодом (1945—1975 рр.), змінилися. Це, у свою чергу, спричинило зниження для Рівненського регіону середньорічних потреб теплоти на опалення та вентиляцію, зумовлених погодно-кліматичними умовами, на 5...6 %, а також зниження розрахункових значень потужності системи опалення та теплозахисних характеристик будівель на 3...4 %. Для періоду з 1985—2007 рр. зумовлені погодно-кліматичними умовами середньорічні потреби на опалення та вентиляцію знизились, у порівнянні з базовими, майже на 8 %, а розрахункові значення потужності системи опалення та теплозахисних характеристик будівель — на 3...4 %, що не відображено, зокрема, у чинних нормативних документах для проектування будівель, споруд, систем опалення та вентиляції.

На основі прогнозу зміни погодно-кліматичних умов за відповідними моделями встановлено, що, внаслідок глобального потепління, потреби енергії на опалення та вентиляцію будівель, що розміщені в Рівненському регіоні можуть бути знижені на 30 % (за моделлю СССМ) та на 50 % (за моделлю УКМО).

Такі можливі зміни енергоспоживання систем теплопостачання житлово-комунального сектору необхідно обов'язково враховувати, плануючи розвиток паливно-енергетичного комплексу області, що може зіграти суттєву роль в економії енергетичних та фінансових ресурсів.

Аналогічні дослідження з визначення зміни умов виробництва та споживання енергії в цілому внаслідок процесів глобального потепління доцільно провести загалом для країни. Це, у свою чергу, дасть змогу розрахувати можливу зміну паливно-енергетичного балансу та скорегувати діючі державні й галузеві програми щодо подальшого розвитку енергетики в країні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Presented on IPCC Conference in Paris 02 February, 2007.
2. Бабіченко В. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття / В. М. Бабіченко, Н. В. Ніколаєва, Л. М. Гущина // Український географічний журнал. — 2007. — № 4. — С. 3—12.
3. Ромашенко М. І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату / М. І. Ромашенко, О. О. Собко, Д. П. Савчук, М. І. Кульбіда. — Київ : Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2003. — 46 с.
4. Клименко М. О. Оцінка впливу погодно-кліматичних умов на екологію людини при глобальному потеплінні (для зони Західного Полісся України) / М. О. Клименко, А. М. Рокочинський, З. С. Клименко, Л. М. Котяй // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. — 2007. — Випуск 4(40). — С. 3—25.
5. Хомяков П. М. Влияние глобальных изменений климата на функционирование основных отраслей экономики и здоровье населения России / П. М. Хомяков, В. И. Кузнецов, А. М. Алферов и др. — М. : Эдиториал УРСС, 2001. — 378 с.
6. Жуковский Е. Е. Метеорологическая информация и экономические решения / Е. Е. Жуковский. — Л. : Гидрометеоздат, 1981. — 303 с.
7. Рокочинський А. М. Оцінка можливих змін погодно-кліматичних умов та їхнього впливу на сектор енергетики Західного Полісся України / А. М. Рокочинський, В. А. Волощук, О. Д. Колодич // Енергетика та електрифікація. — 2008. — № 4. — С. 57—62.
8. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учеб. для вузов / Е. Я. Соколов. — 7-е изд. стер. — М. : Издательство МЭИ, 2001. — 472 с. — ISBN 5-7046-0703-09.
9. Волощук В. А. Наукові принципи розрахунку і оптимізації проектних, технічних і технологічних рішень з управління системами теплопостачання на еколого-економічних засадах / В. А. Волощук, А. М. Рокочинський // Енергетика та електрифікація. — 2007. — № 9. — С. 51—56.
10. Безносова Д. С. Прогнозирование динамики тепло- и энергопотребления под влиянием климатических изменений и оценка выбросов парниковых газов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы» / Безносова Диана Сергеевна. — Московский технический институт (Технический университет). — М., 2005. — 20 с.

11. Ефимова Н. А. Влияние потепления климата на режим отопления зданий / Н. А. Ефимова, И. М. Байкова, В. С. Лаперье // Метеорология и гидрология. — 1992. — № 12. — С. 95—98.
12. Анисимов О. А. Влияние антропогенного изменения климата на обогрев и кондиционирование зданий / О. А. Анисимов // Метеорология и гидрология. — 1999. — № 6. — С. 10—17.
13. Влияние глобальных изменений природной среды и климата на функционирование экономики России ; под общ. ред. Н. П. Лаврова. — М. : УРСС, 1998.
14. Кобышева Н. В. Климатические характеристики отопительного периода на субъектах Российской Федерации в настоящем и будущем / Н. В. Кобышева, М. В. Ключева, А. А. Александрова, О. Н. Булыгина // Метеорология и гидрология. — 2004. — № 8. — С. 46—52.
15. Национальный доклад по проблемам изменения климата. — М. : Минэкономразвития России, 2002.
16. Малявина Е. Г. Теплотери здания : справ. пос. / Е. Г. Малявина. — М. : АВОК-ПРЕСС, 2007. — 144 с. — ISBN 978-5-98267-030-4.
17. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. — Київ. — Мінбуд України, 2006.
18. СНИП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Госстрой России. — М. : ФГУП ЦПП, 2004.
19. СНИП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. — М. : Стройиздат, 1983.
20. СНИП 23-01-99*. Строительная климатология / Госстрой России. — М. : ГУП ЦПП, 2003.
21. Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Кабінет Міністрів України. — Київ, 2006. — 129 с.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 1.12.09
Рекомендована до друку 2.02.10

Волощук Володимир Анатолійович — доцент кафедри теплоенергетики та машинознавства.

Рокочинський Анатолій Миколайович — завідувач кафедри гідромеліорацій.

Національний університет водного господарства та природокористування