

UDK 628.84

Iryna Holiakova¹, Candidate of technical sciences, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7185-7202> **e-mail:** holiakova.ira@pdaba.edu.ua

Viktor Petrenko², Candidate of technical sciences, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4331-6844> **e-mail:** petrenko@meta.ua

Anatolii Petrenko¹, Candidate of technical sciences, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0406-9852> **e-mail:** petrenko_ao@pdaba.edu.ua

¹Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, Ukraine

²HERZ Ukraine

ENERGY EFFICIENCY OF LIFE SUPPORT SYSTEMS OF BUILDINGS IN «GREEN CONSTRUCTION»

Abstract. *Purpose: develop an integrated air conditioning system with the environment, which will allow to reduce energy consumption due to lowering the temperature of air taken from outside from natural or artificial green areas. Methods: the basis of the solution to the task of developing an integrated system was the use of three well-known methods of greening of home territories: traditional, non-traditional and container. Because green spaces, in the warm period of the year, allow you to naturally reduce the parameters of the outside air, which are used for the needs of the building's ventilation and air conditioning systems. Findings: due to the complex use of all types of landscaping, it is possible to reduce the energy consumption for work of ventilation and air conditioning systems by reducing the temperature of air taken from the outside from natural or artificial green areas. Due to this, when developing integrated air conditioning systems, we can achieve: a decrease in the temperature of the supply air from the landscaping area, which will reduce not only the energy costs for cooling and humidification, but also the reduction of pollution of the supply air; when using trees and shrubs of certain breeds, which emit phytoncides and other beneficial secretions, in the outdoor air intake area, it will improve the quality of incoming air. Practical implication: the developed integrated air conditioning system with the environment will allow to reduce the influence of the outside air temperature on the indoor air temperature due to the integrated use of all types of greening. Originality: a review of literary sources showed that today the possibility of taking outside air from existing or artificially created green areas is not used in the design of ventilation and air conditioning systems.*

Keywords: *greening of the city; atmospheric air; microclimate; integrated system; energy efficiency; ventilation; air conditioning.*

© I.B. Голякова, В.О. Петренко, А.О. Петренко, 2024

І.В. Голякова¹, В.О. Петренко², А.О. Петренко¹

¹Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпро, Україна

²HERZ Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ В «ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ»

Анотація. Мета дослідження: розробити інтегровану систему кондиціонування з навколишнім середовищем, яка дозволить знизити енергетичну потребу будівлі за рахунок зниження температури повітря, що забирається ззовні з природних або штучних зелених зон. Метод: в основу рішення задачі з розробки інтегрованої системи лягло використання трьох відомих методів озеленення прибудинкових територій: традиційне, нетрадиційне та контейнерне. Оскільки зелені насадження, в теплий період року, дозволяють природним шляхом знизити параметри зовнішнього повітря, яке використовується для потреб систем вентиляції та кондиціонування повітря будівлі. Результат дослідження: за рахунок комплексного використання всіх видів озеленення можна знизити енергетичну потребу для роботи систем вентиляції та кондиціонування будівлі за рахунок зниження температури повітря, що забирається ззовні з природних або штучних зелених зон. Завдяки цьому при розробці інтегрованої системи кондиціонування ми можемо досягнути: зниження температури припливного повітря в зоні озеленення, що дозволить зменшити не тільки енергетичні затрати на охолодження і зволоження, а і забруднення припливного повітря; використання дерев і чагарників певних порід, які виділяють фітонциди та інші сприятливі виділення, в зоні забору зовнішнього повітря дозволить покращити якість припливного повітря. Практичне значення дослідження: розроблена інтегрована система кондиціонування з навколишнім середовищем дозволить знизити вплив температури зовнішнього повітря на температуру внутрішнього повітря приміщення за рахунок комплексного використання всіх видів озеленення. Оригінальність: огляд літературних джерел показав, що на сьогоднішній день при проектуванні систем вентиляції та кондиціонування не використовується можливість забору зовнішнього повітря з існуючих зелених зон або штучно створених зон.

Ключові слова: озеленення міста; атмосферне повітря; мікроклімат; інтегрована система; енергоефективність; вентиляція; кондиціонування повітря.

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.60-67>

Вступ

Питання, яке розглядається в цій статті, полягає в оцінці впливу «зеленого будівництва» на енергоефективність систем життєзабезпечення будівель.

Аналіз літературних джерел [1–8] за темою статті показав, що параметри мікроклімату в приміщеннях залежать від багатьох факторів, серед яких приділяється не дуже багато уваги впливу зелених насаджень на температуру внутрішнього повітря приміщень.

Озеленення конструкцій будівлі та прибудинкових територій дозволяє покращувати як внутрішній, так і зовнішній клімат.

Основна частина

«Зелене будівництво» відіграє важливу роль у формуванні теплового режиму міста. Зелені насадження безпосередньо впливають на температуру і вологість зовнішнього повітря прилеглих територій. Людина може це відчувати, коли буде відсутній рух атмосферного повітря.

Відомо [1], що різниця температур зовнішнього повітря залежить від озеленення міста. Існують декілька видів озеленення [2]: традиційне, нетрадиційне та контейнерне.

Традиційний вид використовується для озеленення прибудинкових територій, парку, скверів тощо. Листя дерев і чагарників пропускає значну частину енергії, так як листя має певною мірою прозорість, також листя поглинає відому частку енергії і лише в дуже невеликій кількості випромінює її. У таблиці 1 зазначено кількість енергії, яку пропускають та відображають крони ряду порід дерев та чагарників.

Таблиця 1. Кількість енергії, яку пропускають та відображають крони ряду порід дерев та чагарників [1]

Дерева та чагарники	Пропущена енергія, % від отриманої	Відбита енергія, % від отриманої	Відношення відбитої енергії до отриманої (альbedo), %
Глід сибірський	1	62	37
Каштан кінський	10	38,5	51,5
Клен гостролистий	6	44	50
Липа кримська	5	72	23
Тополь бальзамічний	5,5	55	39,5
Черемха звичайна	2	78,5	19,5

Спеціальними дослідженнями встановлено [3, 4], що чим більший зелений масив, тим значніший його вплив на тепловий режим прилеглих територій. Дані таблиці 2 свідчать, що необхідно створювати у містах та селищах великі зелені масиви.

Використання в озелененні будівель другого виду, нетрадиційного, дозволить знизити температуру на поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій [4], що впливає на теплові витрати будівель в холодний і перехідний періоди року та на теплонадходження в теплий період року. Це досягається завдяки відбиттю сонячного випромінювання листям насадження та більшій товщині огорожувальної конструкції.

Озеленення огорожувальних конструкцій забудови та присадибних територій дозволяє покращити як внутрішній, так і зовнішній мікроклімат. Дослідження [3] показують, що в теплий період у зелених зонах спостерігається зниження температури та збільшення відносної вологості повітря. Як правило, в зелених зонах температура повітря нижче на 2–3⁰C, а в свою чергу вологість повітря на 5–8% вище порівняно з відкритими територіями. Завдяки цьому можна припускати, що озеленювальні насадження визначають не лише зовнішній вигляд міста та його естетичні переваги,

а й покращують санітарно-гігієнічні умови зовнішнього середовища, що впливає на комфорт людей.

Таблиця 2. Різниця температури зовнішнього повітря на відстані від зеленого масиву [1]

Розмір масиву, <i>га</i>	Перепад температур в $^{\circ}\text{C}$ на відстані від масиву, <i>м</i>									
	25		50		100		150		200	
	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної
0,1	1	10	0,6	4	0,3	3	0	2	–	–
0,5	1,4	11	0,8	5	0,3	3	0,1	2,5	0,1	2
3	2	16	1,2	15	0,8	9	0,5	6	0,5	5
5	2,1	19	1,5	16	1	12	0,9	10	0,5	7,9

Оскільки зелені насадження дозволяють природним шляхом знизити параметри зовнішнього повітря, його можливо використовувати для потреб систем вентиляції та кондиціонування повітря будівлі. Взявши трохи незапиленого повітря, ми знижуємо навантаження на системи вентиляції та кондиціонування і тим самим підвищуємо їх енергоефективність, що є актуальним у світлі питань енергозбереження (рис. 1).



Рис. 1. Забір повітря із зеленої зони

За розрахунковою формулою 1, можна визначити теплові витрати через огорожувальну конструкцію. Порахувавши теплові витрати через 1 м^2 огорожувальної конструкції при зниженні температури зовнішнього повітря на 2°C , отримуємо різницю теплових витрат будівлі в 7%. Тобто завдяки

озелененню та збільшенню товщини огорожувальних конструкцій за рахунок рослин ми знижуємо потужність системи опалення, що робить систему енергоефективною.

$$Q = k \cdot F \cdot (t_e - t_i) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, Bm. \quad (1)$$

За розрахунковою формулою 2, можна визначити продуктивність системи кондиціонування повітря. Як бачимо з формули, на продуктивність впливають не тільки теплонадходження від людей, обладнання, освітлення, а й сонячна радіація, величину якої ми можемо знизити за рахунок озеленення прибудинкової території або поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,oc} + \Phi_{int,A} + \Phi_{int,L} + \Phi_{sol,k}, Bm. \quad (2)$$

Основне завдання третього виду озеленення – контейнерного озеленення – наситити зеленими насадженнями ті місця, де традиційна посадка рослин у ґрунт неможлива. Контейнери мають мобільність, тому такі рослинні композиції можна швидко монтувати, демонтувати або переміщати в залежності від потреб. Контейнерний вид озеленення також можна використовувати для забору повітря із зеленої зони.

Зниження потужності внутрішньо-будинкової систем вентиляції та кондиціонування можливо досягти за рахунок комплексного використання всіх видів озеленення.

Інтегровані системи кондиціонування з навколишнім середовищем – це комплексні рішення, які поєднують в собі елементи систем кондиціонування повітря, вентиляції та інших технологій для покращення якості повітря в приміщенні і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Такі системи можуть використовувати різноманітні технології, включаючи:

- використання енергоефективних систем кондиціонування повітря, які забезпечують ефективне охолодження і обігрів приміщення без значного споживання енергії;

- використання систем вентиляції з високою ефективністю, які забезпечують постійну циркуляцію свіжого повітря в приміщенні і зменшують кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище.

На рисунку 2 запропонована схема припливної підлого-стельової вентиляції та кондиціонування із забором повітря із зеленої зони [2].

Припливна підлого-стельова система вентиляції та кондиціонування розташовується між встановленою системою фальш підлоги (3), бетонними плитами перекриття (2) і підвісною стелею (4). Приплив повітря в приміщення здійснюється з двох зон.

З нижньої зони приміщення приплив здійснюється через розташовані в конструкції підлоги дифузори (5) безпосередньо в робочу зону приміщення.

З верхньої зони приміщення приплив здійснюється через розташовані в підшивній стелі суміжного нижнього поверху дифузори (6) безпосередньо у верхню зону приміщення.

Стельові та підлогові дифузори рекомендується розташовувати безпосередньо над/під робочою зоною людини, тому що швидкість повітря зменшується при віддаленні від дифузора (рис. 3).

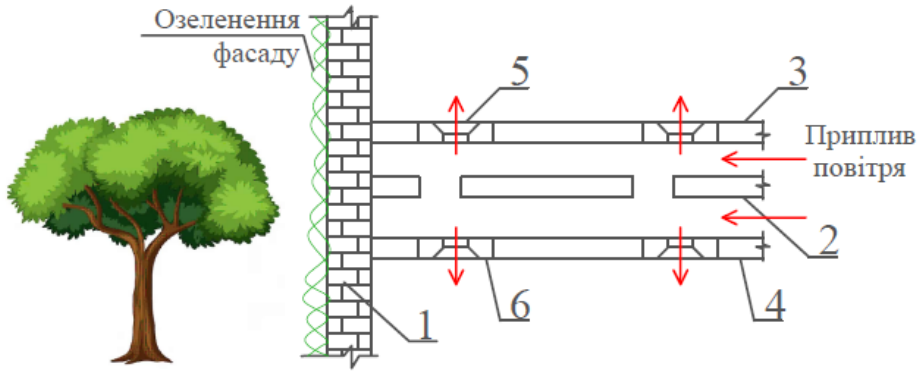


Рис. 2. Схема припливної підлого-стельової вентиляції та кондиціонування із забором повітря із зеленої зони: 1 – зовнішня огорожувальна конструкція (стіна); 2 – плита перекриття; 3 – покриття підлоги; 4 – підшивна стеля; 5 – підлоговий дифузор; 6 – стельовий дифузор

В припливну підлого-стельову систему вентиляції та кондиціонування повітря подається із зеленої зони, в якій температура повітря нижча, ніж у навколишньому середовищі, що дозволить знизити потужність системи на 7–10% залежно від ступеня озеленення будівлі та прибудинкової території.

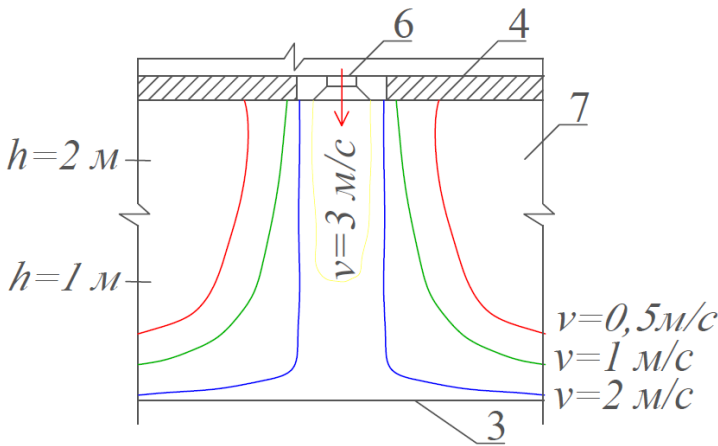


Рис. 3. Розподіл потоків вентиляційного повітря від стельового дифузора: 3 – покриття підлоги; 4 – підшивна стеля; 6 – стельовий дифузор; 7 – зона приміщення

Висновки

На підставі розглянутих видів озеленення та запропонованої інтегрованої системи кондиціонування можна вважати, що зелені насадження значно сприяють поліпшенню зовнішніх мікрокліматичних умов в теплий період року. За рахунок комплексного використання всіх видів озеленення можна знизити вплив температури зовнішнього повітря на температуру внутрішнього повітря приміщення за рахунок розробки інтегрованих систем кондиціонування з навколишнім середовищем.

За рахунок цього при розробці таких систем ми можемо досягнути:

1. Зниження температури припливного повітря із зони озеленення, що знизить енергетичні затрати на охолодження і зволоження.
2. Зниження забруднення припливного повітря.
3. При використанні дерев і кущів певних порід в зоні забору зовнішнього повітря, що виділяють фітонцидні й інші сприятливі виділення, покращити якість припливного повітря.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петренко В.О. Повітряний, санітарний, кліматичний баланс регіону: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДВНЗ ПДАБА, 2015. 63 с.
2. Зниження потужності системи кондиціювання будівлі за рахунок його озеленення та прибудинкової території / А.А. Михальченко, В.О. Петренко // Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості та транспорту. 2016. Вип. 3. С. 374–378.
3. Богова І.О., Теодоронський В.С. Озеленення населених міст: навчальний посібник, 2012.
4. Брагіна В.І., Белова З.Л., Сидоренко В.М. Вертикальне озеленення будівель та споруд. – Київ: Будівельник, 1980.
5. Визначення взаємозв'язків між показниками якості атмосферного повітря та стану середовища приміщень / С.З. Поліщук, В.Ю. Каспійцева, А.І. Кораблева // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф., 9–10 груд. 2010 р. 2010. С. 18–22.
6. Вплив сонячної радіації та вітру на параметри мікроклімату приміщень в Дніпропетровському регіоні / І.Л. Ветвицький, І.О. Колесник, В.Ю. Каспійцева, Б.А. Мартиненко // Матеріали конференції «Математичні проблеми технічної механіки». 2015. С. 119–120.
7. Орловська Ю.В. Зелене будівництво – шлях до стійкого розвитку урбоєкосистем на основі досвіду ЄС / Ю.В. Орловська, Т.Ф. Яковишина // Економічний простір. 2017. № 120. С. 216–223. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/escpros_2017_120_22.
8. Вісім ідей для зелених міст України / авт. кол.: С. Романко, Н. Андрусевич. Київ: 350.org, 2020. 56 с.
9. ДБН В.2.5–67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря. [Чинні від 2013-09-01]. Київ : Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. 167 с.
10. ДСТУ-НБ В.1.2-27:27-2010. Будівельна кліматологія. [Чинні від 2011-11-01]. К. : Міненергійбуд України, 2011, 123 с.
11. ДСТУ EN 12831-1:2017. Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3 (EN 12831-1:2017, IDT) [Чинні від 2017-12-15].

Стаття надійшла до редакції 07.12.2023 і прийнята до друку після рецензування 21.02.2024

REFERENCES

1. Petrenko, V. (2015). Air, sanitary and climatic balance of the region. Dn-sk: PGASA [in Ukrainian].
2. Mihalchenko, A., & Petrenko, V. (2016). Reducing the power of the building's air conditioning system due to its landscaping and the surrounding area. *Modern innovative technologies for training engineering personnel for the mining industry and transport*, 3, 374-378 [in Ukrainian].

3. Bogova, I.O., & Teodoronskiy, V.S. (2012). Greening of inhabited cities: study guide [in Ukrainian].
4. Bragina, V.I., Belova, Z.L., & Sidorenko, V.M. (1980). Vertical greening of buildings and structures. Kyiv: Budivelnyk [in Russian].
5. Polischyk, S., Kaspiytseva, V., & Korabliova, A. (2010). Determination of interrelationships between the indicators of atmospheric air quality and the state of the indoor environment. In *Environmental protection of industrial regions as a condition for sustainable development of Ukraine: materials of the VI All-Ukrainian Scientific and Practical Conference* (pp. 18-22) [in Ukrainian].
6. Vetvitskiy, I., Kolesnik, I., Kaspiytseva, V., & Martinenko, B. (2015). The influence of solar radiation and wind on the microclimate parameters of premises in the Dnipropetrovsk region. In *Materials of the conference Mathematical problems of technical mechanics* (pp. 119-120) [in Ukrainian].
7. Orlovska, Yu., & Yakovyshyna, T.F. (2017). Green building – way to sustainable development of urban ecosystems on EU experience. *Economic space*, 120. 216-223 [in Ukrainian]. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros_2017_120_22
8. Romanko, S., & Andrysevich, N. (2020). Eight ideas for green cities of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
9. DBN V.2.5–67:2013. (2013). Heating, ventilation and air conditioning. [Effective from 2013-09-01]. Kyiv: Ministry of Regional Construction and Housing and Housing of Ukraine [in Ukrainian].
10. DSTU-NB V.1.2-27:27-2010. (2011). Building climatology. [Effective from 2011-11-01]. K.: Ministry of Regional Development of Ukraine [in Ukrainian].
11. DSTU EN 12831-1:2017. (2017). Energy efficiency of buildings. The method of calculating the design thermal load. Part 1. Thermal load, Module M3-3 (EN 12831-1:2017, IDT) [Effective from 2017-12-15] [in Ukrainian].

The article was received 07.12.2023 and was accepted after revision 21.02.2024

Голякова Ірина Віталіївна

кандидат технічних наук, доцент кафедри опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Адреса робоча: вул. Архітектора Олега Петрова, 24, м. Дніпро, Україна, 49600

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7185-7202> **e-mail:** holiakova.ira@pdaba.edu.ua

Петренко Віктор Олегович

кандидат технічних наук, доцент

Адреса робоча: вул. Михайла Бойчука, 41Б, м. Київ, Україна, 01014

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4331-6844> **e-mail:** petrenko@meta.ua

Петренко Анатолій Олегович

кандидат технічних наук, доцент кафедри опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Адреса робоча: вул. Архітектора Олега Петрова, 24, м. Дніпро, Україна, 49600

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0406-9852> **e-mail:** petrenko_ao@pdaba.edu.ua