

УДК 711.13:504.38

І. П. Козятник,

*аспірантка кафедри містобудування,  
архітектурного факультету, КНУБА***ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ЖИТЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ МІСТА**

Анотація: розглянуто поняття теплового режиму житлових територій міста та аналіз його залежності від сонячного опромінення, вітрового режиму, типу та альbedo діяльних поверхонь.

Ключеві слова: мікроклімат, житлові території, тепловий режим, інсоляція, діяльна поверхня, архітектурно-планувальне регулювання.

Багато країн Європи потерпає від підвищення температури, зміни гідрології та стихійних лих: посухи, повені, хвилі тепла, урагани і лісові пожежі. Концентрація парникових газів в атмосфері є гарантом, що будуть спостерігатися аналогічні або ще більші зміни, навіть якщо в світі повністю зупиниться виділення CO<sub>2</sub>, то й в такому разі пройде не мало часу перш ніж світ оправиться від ситуації, котра склалася в атмосфері. Таким чином, ми зіткнемося з наслідками зміни клімату, принаймні, на найближчі 50 років, що робить необхідним вжити заходи по адаптації [1].

Як доказ змін клімату, середня температура по ЄЦА (країни Європи та Центральної Азії) вже збільшилася на 0,5°C на півдні, до 1,6°C на півночі, і загальне збільшення з 1,6 до 2,6°C очікується до середини століття. Температура буде продовжувати рости по всьому регіону, число спекотних днів збільшиться на 22 до 37 днів протягом наступних 20 - 40 років. Ця тенденція до потепління загрожує відчутними наслідками: за півстоліття в таких країнах, як Польща, Україна чи Угорщина, як очікується, буде те ж число спекотних днів (> 30 °C), як в Іспанії або Сицилії. Багато країн вже страждає від зимових повеней та літніх посух. Хвиля літньої спеки вимагає більше вологи ніж буде збережено після теплої зими [1].

Потепління погодних умов та інших факторів, пов'язаних зі зміною клімату, також впливають на здоров'я людей. Сотні загиблих 2001 року у Москві і по всій Хорватії, Словенії та Чеській Республіці були віднесені до теплових хвиль. Такі хвилі тепла в майбутньому будуть повторюватися частіше. Низька якість житла буде підвищувати людські жертви у результаті зміни клімату, що в свою чергу погіршать умови перебування на погано провітрюваних територіях та в погано вентильованих будівлях в спеку. Пролівні дощі супроводжуються протіканням та цвільлю, що є особливою проблемою міст ЄЦА, більшість з яких

мають надлишок старіючих будівель радянського часу, які потребують реконструкції [1, 2].

Транспортна інфраструктура ЄЦА, також під загрозою, про що свідчить поганий стан доріг і споруд. Більш інтенсивні опади робитимуть поволі тротуару менш стабільним і послаблять підпирні стінки. Тривалі періоди засухи можуть призвести до перегріву дорожнього полотна, як це вже відбулося в Казахстані, де вантажівки повинні обмежувати подорожі у спекотні літні дні, коли асфальт пом'якшується [1]. Загальновідомі випадки руйнування будинків та інших об'єктів, спливання трубопроводів є наслідком порушення температурного режиму. Впливає потепління й на інтенсивність протікання карстових процесів, оскільки збільшення температури підземних вод підвищує їхню розчинюючу здатність.[3].

Із зазначеного слідує справедливість слів А. Аалто, що архітектура - справжня – лише та, для якої людина в центрі уваги. Організм людини постійно виробляє та віддає тепло в оточуюче середовище. «Жарко» - це коли середовище не може достатньо активно поглинати тепло, «холодно» - коли тепла поглинається більше, чим виробляється організмом. Віддача тепла визначається конвекцією (від тіла повітря), кондукцією (при контакті тіла з поверхнею), радіацією (випромінюванням від теплого тіла на більш холодні поверхні) та випаровуванням вологи (з поверхні шкіри і при диханні) [4]. Дослідами фізіологів встановлено, що середня температура шкіри є об'єктивним показником теплового стану людини. Комфортним тепловідчуттям відповідає середня температура шкіри в межах 32,2 – 33,2°C. Поза цими показниками людина відчуває дискомфорт. Використання методу теплового балансу людини, запропонованого Леонтьєвою К. С., при оцінці мікроклімату для містобудівних цілей надає ряд переваг, оскільки враховує повний комплекс метеорологічних факторів, стан фізичного навантаження людини, який зумовлено плануванням житлової території, теплозахисним значенням одягу та характеристикою діяльних поверхонь.

В області проектування в поняття мікроклімату зазвичай відносять ті локальні умови, які впливають, як на тепловідчуття людини, так і на переніс енергії через матеріал будівлі. Сама будівля являється перешкодою на шляху вітрового потоку і відкидаючи тінь на поверхню землі та на інші будівлі, навіть своєю присутністю змінює мікроклімат. Одне із завдань проектувальника полягає в тому, щоб на основі даних про ділянку забудови, якими він володіє, і особливо про її мікроклімат, передбачити як будівництво того чи іншого будинку, комплексу змінить цей мікроклімат [5].

Вище зазначене залежить від радіаційного балансу при розрахунку котрого необхідно враховувати, окрім втрати короткохвильової радіації, втрату

радіаційного тепла в результаті ефективного випромінювання, котре визначається в основному температурою діяльної поверхні, вологовмістом повітря та хмарністю [6]. Вплив діяльної поверхні для умов міста враховується: зменшенням видимої площі обрїю (закритістю горизонту), за рахунок чого зменшується інтенсивність ефективного випромінювання та збільшується інтенсивність радіації, що відбивається у тепловому випромінюванні. Закритість горизонту залежить від планувальних особливостей забудови: поверховості, щільності та композиції забудови, місцезнаходження елементів благоустрою [7,8].

Діяльна поверхня, що оточує нас в місті впливає на всі складові радіаційного та теплового режиму. Найбільш істотний та різний вплив основних видів підстилаючої поверхні – вода та суходіл. Великі контрасти термічного режиму водної поверхні та суходолу обумовлені відмінністю теплопровідності води та ґрунту. Як нагрівання так і охолодження поверхні води під впливом притоку тепла або його віддачі відбувається в десятки разів повільніше в порівнянні з поверхнею суходолу. Теплоємність ґрунту в 2-3 рази менша за водну. З чого випливає, що для підвищення температури ґрунту потрібно менше тепла чим для води. Тож здатність поглинати короткохвильову сонячну радіацію у води надзвичайно мала. Дякуючи великій теплопровідності, практично вся сонячна радіація, що поглинається водою, йде на її нагрівання і лише незначна її кількість витрачається на нагрівання повітря над водою: вода – 0,4%, пісчаний ґрунт – 37%, пісок – 49%, сніг – 84%. Над водними поверхнями повітряні маси переважно зволожуються, про це свідчить велика затрата тепла на випаровування, що становить приблизно 90% від величини радіаційного балансу. Над ґрунтом повітряні маси навпаки втрачають вологу. На тепловий режим, особливо в приземному шарі повітря і в теплу половину року, впливає тип ґрунту, його вологовміст, рослинність, що відрізняється строкатістю, густотою та висотою покриву. Рослинність перш за все змінює підстилаючу поверхню, перетворюючи її в діяльний шар. Він ускладнює умови тепло- та вологообміну в приземному шарі повітря [6].

В свою чергу тепловий баланс проявляється через велику відбивну здатність будівель та просторів між ними. Поглинута будівлями радіація віддається повільніше в результаті високої теплоємності матеріалів. Захист від вітру, емісія тепла, кондиціонування повітря та інші види енергетичного випромінювання будівель створюють «тепловий острів» міст [5].

Стає зрозумілим чому, спеціалісти досліджують клімат в шарі, що лежить на висоті 1 - 2м над поверхнею землі, а Гейгер в своїй роботі «Мікроклімат приземного шару повітря» показав, що в цьому шарі мають місце значні просторові та часові зміни температур [5]. Тепловий режим визначається

сумарною сонячною радіацією й температурою повітря. Розрахунки сонячної радіації та інсоляції можна виконати різними способами й представити картами інсоляції території: перший спосіб зводиться до того, що на території житлової забудови по квадратній сітці наноситься мережа опорних точок, у кожній з яких тим чи іншим способом визначається показник тривалості інсоляції на певний місяць. По цих же точках за допомогою таблиць або енергетичних графіків розраховується кількість теплової енергії, що поступає в кожну точку опорної сітки. Потім по інтерполяції проводяться ізолінії, кратні  $1000 \text{ ккал/м}^2 \text{ день}$ ; другий спосіб заснований на побудові конвертів тіней від будинків на кожну годину дня з наступним проведенням ізоліній тривалості інсоляції; третій - заснований на застосуванні світлопланоміра ДМ-55, по якому визначаються тривалість інсоляції на будь-який місяць і кількість поступаючої енергії шляхом накладення приладу відповідного масштабу на креслення забудови [3, 4]. За допомогою цих методів можна встановити кількість годин інсоляції, кількість енергії, яка надходить на окремі території міста, але жоден з них не дає можливості визначити температурні показники, що для сучасних умов літнього перегріву набуває все більшого значення.

Не варто нехтувати сприятливим впливом сонячних променів на організм людини. Д. Н. Лазарєв, пише, що найбільшу цінність являють небесні ванни, опромінення людського тіла розсіяним природним випромінюванням ясного неба в поєднанні з дією повітря. При відкритому небосхилі в ясні дні кількість ультрафіолетового опромінення, що створюється в горизонтальній площині розсіяним випромінюванням, дуже велика і складає 60 – 80% сумарного. Відповідно, конструкція такого сонцезахисного засобу повинна створювати умови, що не допускають перегрів організму і в той же час забезпечують максимальне використання сонячної енергії в лікувальних цілях [4]. Тож збалансованість понять сонячне опромінення та сонцезахист для запобігання літніх перегрівів є дуже важливим питанням.

При оцінці температурного поля (окремі автори вводять термін «теплове забруднення») міського середовища, стає необхідним одержати данні про інтенсивність впливу наявних на території міста джерел теплового випромінювання. По інтенсивності теплового впливу складається схема розподілення зон підвищеного випромінювання тепла з характеристикою їх по рівню та режиму випромінювання. При оцінці впливу температурного поля на водойми, ґрунт і рослинний покрив розглядаються процеси, пов'язані з руйнуванням їх біологічних компонентів, деградацією зелених насаджень і трав'яного покриву [3]. Температура повітря являється першим, відправним критерієм середовища, тепловим фоном, без котрого важко оцінити інші параметри. Вже при  $+27^\circ\text{C}$  може бути бажане затінення. Для комфортної погоди

характерна температура  $+25^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість 60%, швидкість руху повітря 1 – 3 м/с. В міському середовищі аерація та затінення створюють комфортні або близькі до них умови. Характерна температура для найбільш жарких днів літа –  $+24 - +30^{\circ}\text{C}$  і звичними засобами захисту є провітрювання та затінення. В міському середовищі активне затінення і обводнення пом'якшують мікроклімат, але часто не створюють повного комфорту; необхідний захист від гарячих вітрів, вловлювання нічних прохолодних вітрів, влаштування фонтанів. Показники температури  $+33 - +36^{\circ}\text{C}$ , вологість повітря 24% - характерні для Середньої Азії,  $+30 - +35^{\circ}\text{C}$  та вологість 60 – 25% - найбільш жаркі дні на Чорноморському побережжі Кавказу (в останні роки є характерним і для Києва в літній період року), характерні для екваторіального клімату. Температура повітря підвищується на 1 –  $4^{\circ}\text{C}$  в залежності від щільності забудови: при щільності до 20% - на 1 –  $2^{\circ}\text{C}$ , більше 20% - на 3 –  $4^{\circ}\text{C}$  (без врахування впливу озеленення на зниження температури). Поза будівлями тепловий режим в зонах знаходження людини може бути покращений за рахунок відповідного використання елементів забудови і малих форм, зелених насаджень, рельєфу, акваторій, покриттів [4].

Вже для згаданого екваторіального клімату характерні переходи-галереї, зимні сади та рекреації. З характером погодних умов пов'язані категорії архітектурної композиції, пластика об'ємного рішення, пластика поверхні. Для класу погоди «засушлива» характерний замкнутий і напівзамкнутий архітектурний простір (щільна, чарункова, периметральна забудова кварталів, закритий тип площ, закриті зв'язки-галереї між будинками, одностороннє планування квартир), нерозчленована або малорозчленована маса будівлі (компактне планування, проста конфігурація, об'єми, близькі до кубу, шару, внутрішні закриті атріуми), нерозчленована пластика поверхні (невеликі вікна, відсутність лоджій, перевага гладких поверхонь стін) [4].

Початком перегріву житлових територій можна вважати температуру  $+20 - +21^{\circ}\text{C}$ , при котрій виникає необхідність сонцезахисних заходів на житлових територіях, площадках відпочинку. При температурі більше  $+20^{\circ}\text{C}$  велику роль грає вологість повітря. В сухому повітрі волога, що виділяється потовими залозами, легко випаровується, і людина, віддаючи з потом багато тепла, відчуває себе нормально. У вологому повітрі випаровування ускладнене, і тільки вітер сприяє охолодженню організму. При підвищенні температури з 19 до  $29^{\circ}\text{C}$  відносна вологість повітря повинна знижуватись з 50 – 70 до 30 – 50%. Тільки в цьому випадку зберігається відчуття, близьке до комфорту, і рухливість повітря не грає великої ролі. Якщо вологість не знижується, то провітрювання і аерація простору набуває першочергового значення [4].

На тепловий режим території значно впливає аерація, котра піддається найбільш сильним змінам (мінюються швидкість і напрямок повітряного потоку) під впливом різного походження перешкод (забудова, елементи благоустрою, зелені насадження). У деяких випадках прийоми архітектурно-планувальної організації забудови стають причиною виникнення місцевих повітряних потоків чи їх відсутність. У якості критерію оцінки аераційного режиму на території забудови залежно від умов вітрового режиму ухвалюються наступні показники: в умовах підвищених швидкостей вітру — коефіцієнт захищеності території (відношення швидкості вітру в забудові до швидкості вітру на відкритій незабудованій території); в умовах штилю — коефіцієнт продування території. Методика кількісної оцінки аераційного режиму території забудови для умов, як підвищених, так і знижених швидкостей вітру враховує форму й розміри вітрових тіней будинків і зелених насаджень, а також їх взаєморозташування, яке визначає характер формування вітрового режиму на окремих ділянках (зони посилення вихідної швидкості вітру, зони завихрень) [3].

Оцінка вітрового режиму проводиться на основі встановлених закономірностей його формування під впливом елементів міського ландшафту і його структури в цілому (співвідношення озелених і забудованих територій: орієнтація вулиць і магістралей: характер забудови; наявність рельєфу, водойм). В окремих випадках проводяться спеціальні натурні обстеження. Результатом оцінки вітрового режиму є карта аерації всього міста або його окремих районів. Основний регулятор вітрового режиму в міському середовищі — забудова [3]. Тут спостерігаються менші швидкості вітру, що обумовлено кварталами забудови, але часто спостерігаються турбулентні вихрі особливо біля висотних будівель. Зі збільшенням висоти, швидкість вітру збільшується. Ступінь підвищення залежить від шорсткості поверхні. Тому над плоскою поверхнею та водою зростання йде швидше чим над лісами або містами із забудовою [5].

Можна розраховувати й будувати зони оптимальних швидкостей вітру відносно лише окремо розташованого будинку. Оцінку розподілу швидкості вітру на всій території забудови з врахуванням взаєморозташування будинків дозволяє робити номограмний метод, розроблений К. І. Семашко. Цей метод дає можливість розв'язати й зворотне завдання: вибрати будинки відповідної поверховості, довжини й орієнтації, а також визначити розриви між паралельно стоячими будинками, які забезпечили б необхідні умови аерації території забудови [3].

Від характеру турбулентного обміну та швидкості вітру, наявності туману, рельєфу місцевості та інших факторів залежить здатність атмосфери розсіювати

та адсорбувати шкідливі домішки. Несприятливий фактор розсіювання шкідливих речовин спостерігається при настанні температурних інверсій, котрі являють собою такий стан атмосфери, при якому температура в приземному шарі повітря росте, а не падає, як це буває в звичайних умовах. При цьому нижня, менш нагріта поверхня інверсійного шару внаслідок більшої щільності, грає роль екрану, від якого джерело забруднюючих речовин відбивається до землі і розповсюджується на великі відстані. Значне погіршення мікрокліматичних умов, як правило спостерігається при застоях повітря в поєднанні зі слабкими вітрами з приземними інверсіями температур і штилями (малі швидкості вітру в межах 0-1 м/с) [3].

Гігієністами встановлена межа комфортної швидкості вітру рівна 3,5 м/с. У межах житлової забудови припустимими можуть бути швидкості до 5 м/с (швидкості вітру більш 5-6 м/с «дратуючі» з точки зору механічного впливу на фізіологічні функції організму людини). Насамперед необхідно відзначити, що рози вітрів складаються за даними метеостанції, що вимірюються на висоті флюгера 10-15 м, а аераційний режим міської забудови формується в так званому шарі проживання людини, тобто на висоті 2 м від рівня землі, що вже зазначався [3]. Архітектор як організатор простору більше «володіє» вітром, чим температурою та вологістю і цю можливість повинен правильно використовувати.

Перегрів, а звідси і тепловий режим території, залежить від альbedo поверхонь з яких вона формується. Будь-яка темна поверхня або площа покрита темним асфальтом, що прилягає до будівлі і відкрита сонячним променям, буде тепліша чим аналогічна поверхня білого або світлого кольору. Таким чином вибір матеріалів, що оточують будівлю і оздоблення самої забудови, може справляти помітний вплив на мікроклімат прилягаючої житлової території [5]. Альbedo трав'яної та кущової рослинності змінюється від 15-30%. Значна частина сонячної радіації поглинається рослинністю і до ґрунту проникає лише невелика її доля. Тому в приґрунтовому повітрі серед рослинності температура завжди нижча чим над оголеною місцевістю [6].

З вищезазначеного постає, що оцінка мікроклімату в архітектурних цілях передбачає аналіз мікрокліматичної змінюваності основних елементів клімату (прямої сонячної радіації та вітру) під впливом підстилаючої поверхні – ландшафту та забудови даного регіону. Забезпечення необхідного температурного та вологісного режимів, провітрювання територій в денний та нічний період доби в залежності до їх призначення [4]. Закономірно виникає поняття «Зелена інфраструктура», котра може зіграти вирішальну роль в адаптації й у наданні необхідних ресурсів для соціальних і економічних цілей в екстремальних кліматичних умовах. У майбутньому може виникнути

необхідність розгляду питання про створення «проникних ландшафтів» (ландшафт, який дозволяє воді й повітрю проникати в ґрунт) з метою підвищення взаємозв'язків природних територій [1].

#### Список використаних джерел

1. Human Development Report 2007/2008. Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. Copyright © 2007 by the United Nations Development Programme 1 UN Plaza, New York, New York, 10017, USA. – 384p.
2. Вековая циклическая изменчивость основных природных экологических факторов на юго-востоке Украины // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення (М-ли IV Міжн. НПК) / [Соколов И. Д., Долгих Е. Д., Соколова Е. И., Мостовой О. А.]. – Харків: УкрНДІЕП, 2008. – С. 98-102.
3. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды : учебн. [для высш. учеб. зав. спец. «Архитектура»] / Чистякова С.Б. – М. : Стройиздат, 1988. - 272с.
4. Оболенский Н. В. Архитектура и солнце / Оболенский Н. В. – М.: Стройиздат, 1988. - 207с.
5. Маркус Т.А. Здания, климат и энергия / Маркус Т.А., Моррис Э.Н. [перевод с англ. под ред. Кобышевой Н. В., Малявиной Е. Г.]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 542с.
6. Алисов Б. П. Кліматологія / Алисов Б. П., Полтараус Б. В. // издание 2-е, доп. перераб. – М. : Издательство Московского университета, 1974. – 298с.
7. Леонтьева К. С. Влияние застройки и элементов благоустройства на микроклимат жилой территории / Леонтьева К. С. – М. : центр научно-технической информации по гражданскому строительству и архитектуре. 1968. – 18 с.
8. Устінова І. І. Еколого-містобудівні заходи щодо формування мікроклімату житлових територій: завдання та методичні вказівки / Устінова І.І. – К.: КНУБА, 2008.–16с.

#### Аннотация

Рассмотрены вопросы теплового режима жилой территории города и анализ его зависимости от солнечного облучения, режима ветра, типа и альbedo деятельной поверхности.

Ключевые слова: микроклимат, жилые территории, тепловой режим, инсоляция, деятельная поверхность, архитектурно-планировочное регулирование.

#### Annotation

It was considered the concept of thermal conditions of residential areas and analysis of its dependence on solar radiation, wind conditions, and type of effective albedo surfaces.

Key words: microclimate, residential area, thermal regime, insolation, active surface, architectural and planning regulations.