

Формування клімату техногенно навантаженої урбоекосистеми

План

1. Особливості кліматичних умов урбоекосистем
2. Відмінності клімату природних та урбанізованих екосистем
3. Причини формування особливого клімату у містах
4. Формування міського «острову тепла»
5. Показники характеристики «острову тепла» над містом
6. Формування «міського бризу»

Клімат урбоекосистеми — це клімат на урбанізованій території, що відрізняється від клімату навколишніх територій та формується внаслідок зміни природного середовища міською забудовою, промисловістю, транспортом, міським населенням

Місто досить сильно відрізняється мікро- та мезокліматичними особливостями від екосистем притаманних природно-кліматичній зоні, в якій воно виникло. Міська забудова веде до редукування площі рослинного покриву, а також до заповнення даних місць штучними, часто водонепроникними та накопичуючими тепло матеріалами.

Змінюється комплекс кліматичних умов міста:

- підвищується температура повітря,
- збільшується кількість опадів та злив,
- порушуються особливості їх розподілу за сезонами року,
- збільшується хмарність,
- зменшується кількість сонячної радіації (особливо УФ).

Освітлення та повторюваність туманів в центральних районах міста у 1,5-2 рази перевищує периферійні зони, особливо у зимовий час. Забруднення атмосфери міста збільшує її каламутність, призводить до утворення туманів типу смогу знижує тривалість сонячного сяйва в порівнянні з передмістям на 500 годин.

До особливостей, за якими відрізняється міський клімат, відносяться:

- підвищені середні температури в промислових районах міста за рахунок яких утворюється так званий міський «острів тепла»;
- зменшення випаровування через запечатаність асфальто-бетонним покриттям;
- порушення в атмосферній циркуляції, у тому числі утворення так званого «міського бризу»;
- значне забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та зменшення притоку прямої радіації;
- посилення конвекції та збільшення хмарності, а також повторюваності та кількості опадів у теплий період року;
- збільшення повторюваності та інтенсивності туманів у холодний період року.

Відмінності клімату природних та урбанізованих екосистем

Кліматичні умови в техногенно навантажених урбоекосистемах суттєво відрізняються від характерних для нативних умов. Зупинимось на деяких з них:

1. Температура атмосферного повітря в центральних районах підвищена порівняно до околиць, при цьому інтенсивність виділення тепла визначається розміром урбоекосистеми та чисельністю населення. Сформований «острів тепла» у великих містах простежується до висоти 250 м. В помірних широтах наслідком утворення «острову тепла» є: зменшення повторюваності екстремально низьких температур взимку; подовження безморозного періоду; більш пізнє утворення снігового покриву і його танення.

2. Клімат техногенно навантаженої урбоекосистеми характеризується меншим потоком радіації до 15-20 %, меншою тривалістю сонячного сяйва приблизно на 5-15 % внаслідок фотохімічного смогу та хмарності.

3. Відмінності температури в місті та його околицях можуть призвести до виникнення так званого міського бризу. На вулицях виникає циркуляція повітря, зумовлена неоднаковим нагріванням тіньової та сонячної сторін. Швидкість вітру в умовах забудови, як правило, менше на 10- 20%, ніж на відкритому просторі за містом. Крім того в самій урбоекосистемі спостерігаються зміни швидкості та напрямку вітру, особливо в одно-двометровому шарі атмосферного повітря, що зумовлюється плануванням міста.

4. Над містом спостерігається підвищена хмарність на 5-10 % і, отже, зменшується число ясних днів та, навпаки, збільшується число днів із туманами на 20-30 % влітку і на 100 % взимку порівняно з передмістям за рахунок підвищення температури. При цьому сума опадів над містом збільшена на 5-10 %; частіше бувають грози – кількість днів з грозою і градом збільшується на 15 і 10 відповідно. Підвищена конвекція призводить до збільшення частоти та кількості зливових опадів. Зменшуються опади у вигляді снігу.

5. Поле вологості на урбанізованій території дуже неоднорідне, з тенденцією зменшення на 8-10 % влітку та на 2 % взимку порівняно до сільської місцевості, внаслідок підвищення температури та зменшення випаровування.

6. У міському середовищі вегетація рослин, втім як і безморозний період триває в середньому на 15 днів довше, ніж у сільській місцевості).

7. Урбоекосистема характеризується сильно пересіченою місцевістю, на окремих ділянках якої створюється свій особливий мікроклімат, що відрізняється від загального фонового клімату міста та пов'язаний з плануванням міської забудови, озелененням, розміщенням промислових підприємств, тощо.

Причини формування особливого клімату у містах

- забруднення повітря великих міст аерозолями та газоподібними домішками, в середньому в 15-20 разів вище, ніж у сільській місцевості внаслідок концентрації великої кількості промислових підприємств;
- особливості міської забудови, яка насамперед сприяє підвищенню шорсткості території;
- виділення тепла при викиді забруднюючих речовин промисловими підприємствами, що зумовлено бажанням підвищити факел викидів за рахунок температури для покращення їх розсіювання, а це, в свою чергу, має призвести до зменшення концентрації полютанів в приземному шарі атмосферного повітря та збільшення зони активного забруднення.

Формування міського «острову тепла»

Особливість клімату техногенно навантаженої урбоєкосистеми є формування так званого «острову тепла», що позиціонується як метеорологічний феномен і полягає у різниці температур міста та його околиць.

Тепловий ефект, який виникає в техногенно навантажених урбоєкосистемах пов'язаний з балансом поверхневої енергії, який, в свою чергу, ґрунтується на принципі збереження енергії. Чиста енергія, яку отримує від сонця поверхня землі урбанізованої території (чисте сонячне випромінювання) дорівнює кількості енергії в теплових процесах, що протікають у місті, таких як нагрівання повітря шляхом конвекції (явна теплота), випаровування води та транспірація дерев і рослин (прихована теплота), а також поглинання тепла землею, будинками та поверхневою водою 12 (приземний тепловий потік).

Баланс поверхневої енергії описується наступною формулою:

$$Q^* = Q_E + Q_H + Q_S$$

де:

Q^* – чисте сонячне випромінювання, отримане поверхнею землі;

Q_E – енергія, споживана при випаровуванні (води та рослин);

Q_H – явна теплота (перехід тепла від поверхні землі в повітря);

Q_S – енергія, поглинена водою, будівлями та поверхневою водою.

Зміни температурних показників у містах відбиваються у часовому масштабі у вигляді хвиль тепла та у просторовому – як «острови тепла».

«Острів тепла» – територія у внутрішній частині техногенно навантаженої урбоєкосистеми, яка характеризується підвищеними в порівнянні з периферією міста температурами повітря (Рис. 1).

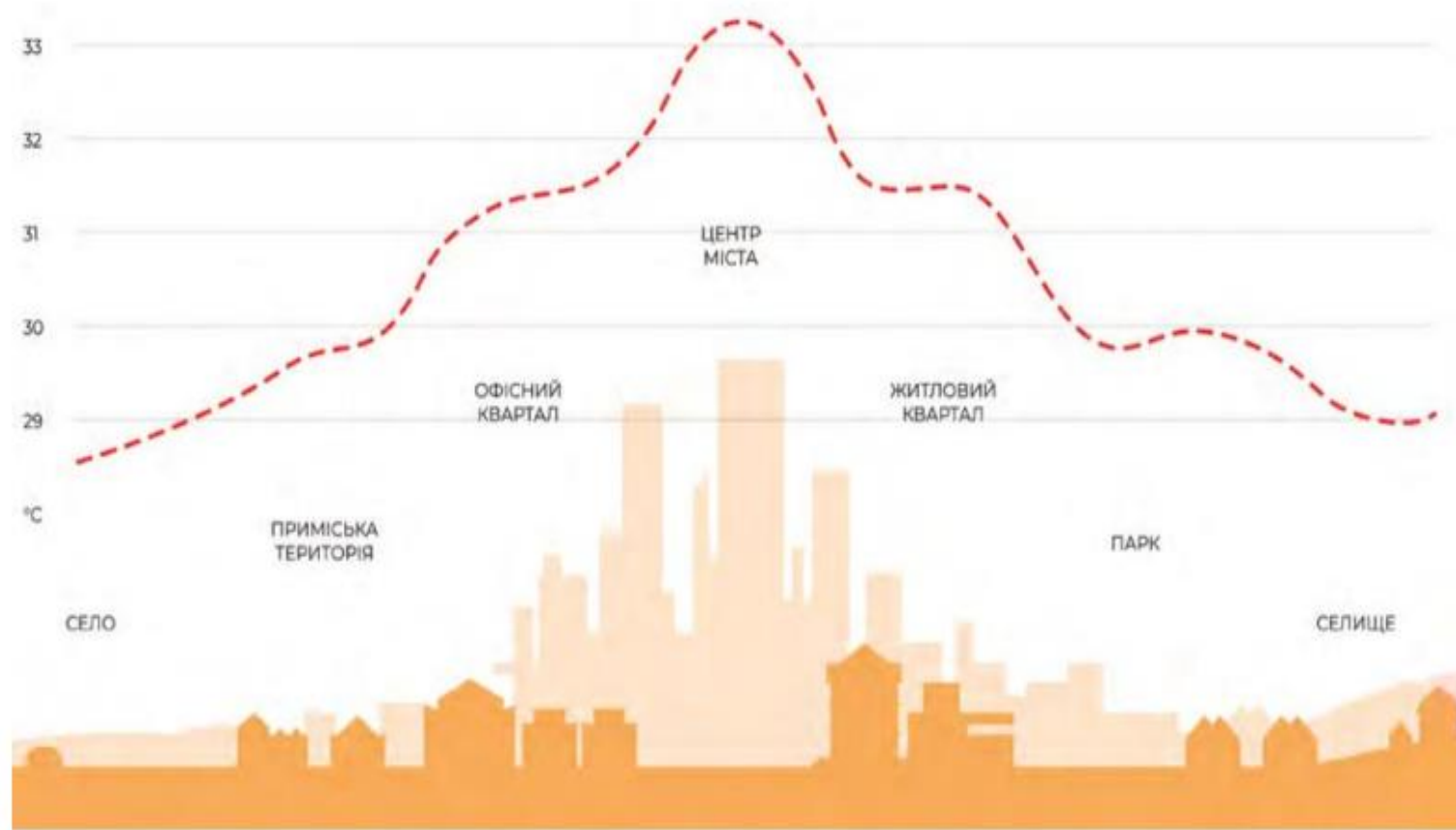


Рис. 1. «Острів тепла» в урбоєкосистемі

Згідно з визначенням Всесвітньої метеорологічної організації **«хвиля тепла»** – це період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря цього дня за середній багаторічний період на 5 °C.

Добовий хід температури в міському «острові тепла» суттєво відрізняється за порами року, а саме, влітку та взимку. Взимку максимальне значення температури атмосферного повітря припадає на 21 год, а потім його інтенсивність поступово зменшується до 13 год наступного дня; а влітку вдень до 17 год значення температури повітря в місті та на заміській території майже не відрізняються, ввечері внаслідок швидшого охолодження повітря в сільській місцевості різниця температур поступово зростає, і досягає свого максимуму о 2-3 год ночі. Дослідження динаміки температур в техногенно навантажених урбоекосистемах виявило 2 хвилі охолодження: перша – 13 кілька годинна вечірня із різними градієнтами, які зумовлюються експозицією будівель та теплопровідністю будівельних матеріалів; друга – рівномірна, спостерігається в умовах передранкової інверсії та визначається радіаційними властивостями надбудинкового шару повітря.

Особливість клімату техногенно навантаженої урбоекосистеми є формування так званого «острову тепла», що позиціонується як метеорологічний феномен і полягає у різниці температур міста та його околиць.

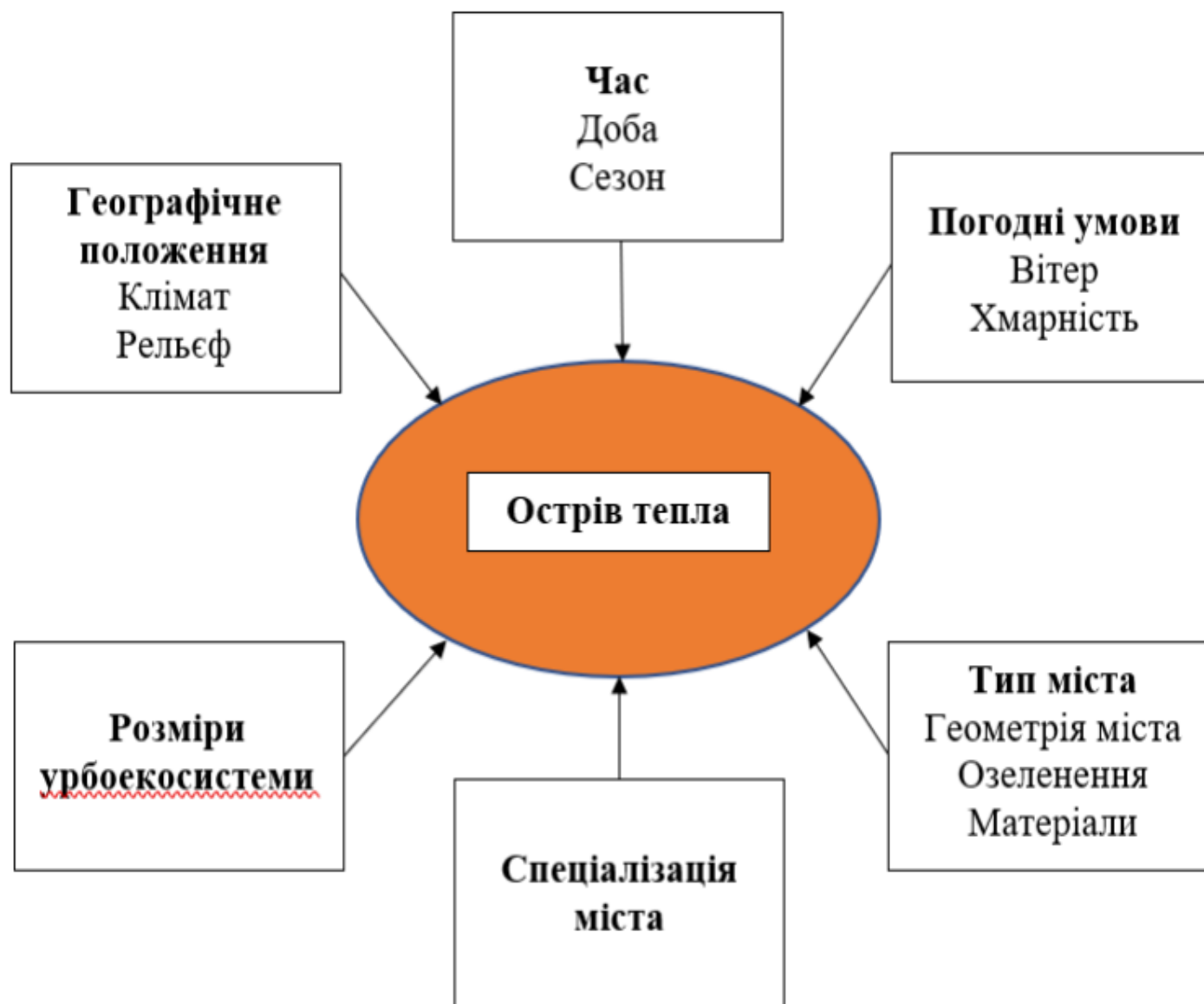


Рис. 2. Фактори, що впливають на утворення «острову тепла»

Основною характеристикою «острову тепла» в урбоекосистемі є його інтенсивність (ΔT_L), яка визначається за формулою:

$$\Delta T_L = T_{U\max} - T_L$$

де:

$T_{U\max}$ – максимальне значення температури повітря в місті, °C;

T_L – середня температура повітря за містом, °C.

Чим вище інтенсивність «острову тепла», тим більша загроза теплового стресу для населення та біоти, особливо за умов спекотних періодів. Влітку, в періоди екстремальної спеки, він призводить до посилення теплового стресу і, в деяких випадках, навіть пов'язаної з ним смертності, а також збільшення енерговитрат на кондиціювання повітря. Для зимового періоду можна, навпаки, припустити, що ефект «острова тепла» може пом'якшувати морози і зменшувати кількість палива, необхідного для опалення.

Показники характеристики «острову тепла» над містом

- загальна просторова форма «острову тепла», в якій ізотерми окреслюють певну урбанізовану територію з температурами вищими, ніж у передмісті або сільській місцевості;
- інтенсивність «острову тепла» в градусах, що визначається як різниця температур між містом та прилеглими територіями;
- характеристика поверхонь міста, які значною мірою визначають нагрівання повітря в містах.

«Острів тепла» є відображенням суми мікрокліматичних змін, які зумовлені антропогенною діяльністю в техногенно навантажених урбоекосистемах. «Острів тепла» визначається певною динамікою, а саме, він схильний як до періодичних, так і до неперіодичних флуктуацій, а також до просторових коливань. Із періодичних флуктуацій слід приділити особливу увагу добовому ходу, а саме: вдень, навіть в сонячну безвітряну погоду, різниця температур між урбанізованим середовищем і сільською місцевістю, як правило, незначна, проте, вночі в місті в абсолютній більшості випадків тепліше, ніж на околицях. Вертикальна протяжність аномалій температури на території техногенно навантажених урбоекосистем може проявлятися в межах нижнього 100-500 метрового шару атмосфери, а в деяких випадках сягати 500-1500 м.

В залежності від того, на якій висоті спостерігається «острів тепла», виділяють наступні види:

- «острів тепла» приповерхневого шару;
- «острів тепла» граничного шару атмосфери над містом;
- «острів тепла» в піддаховому шарі атмосфери.

Формування «міського бризу»

Формуванню «острову тепла» сприяють вітрові потоки, які утворюються в урбоекосистемі внаслідок змін кліматичних характеристик.

«Міський бриз» являє собою перенесення повітря від периферії до центру великої урбоекосистеми, зумовлене підвищеною температурою та висхідним рухом повітря над містом.

Міська забудова, маючи коефіцієнт шорсткості вищий, ніж більшість природних ландшафтів, а також за рахунок «бар'єрного ефекту» відіграє роль пасивної перешкоди на шляху повітряного потоку, суттєво знижуючи його швидкість біля земної поверхні порівняно із природними ландшафтами. Завдяки підвищеній тепловіддачі в атмосферу урбоекосистема створює мезомасштабну термічну конвекцію, яка може посилювати швидкість вітру на фоні штильових умов. «Острів тепла», як причина підвищеної тепловіддачі в місті, сприяє утворенню додаткових горизонтальних градієнтів тиску та пов'язаним з ними локальним циркуляціям, виникнення яких можливо за слабких вітрів або штилю. Біля поверхні землі повітряні потоки спрямовані від окраїн до центру, де спостерігається найвища інтенсивність «острову тепла», а у верхньому шарі, навпаки, фіксується відтік повітря до околиць міста (Рис. 3).

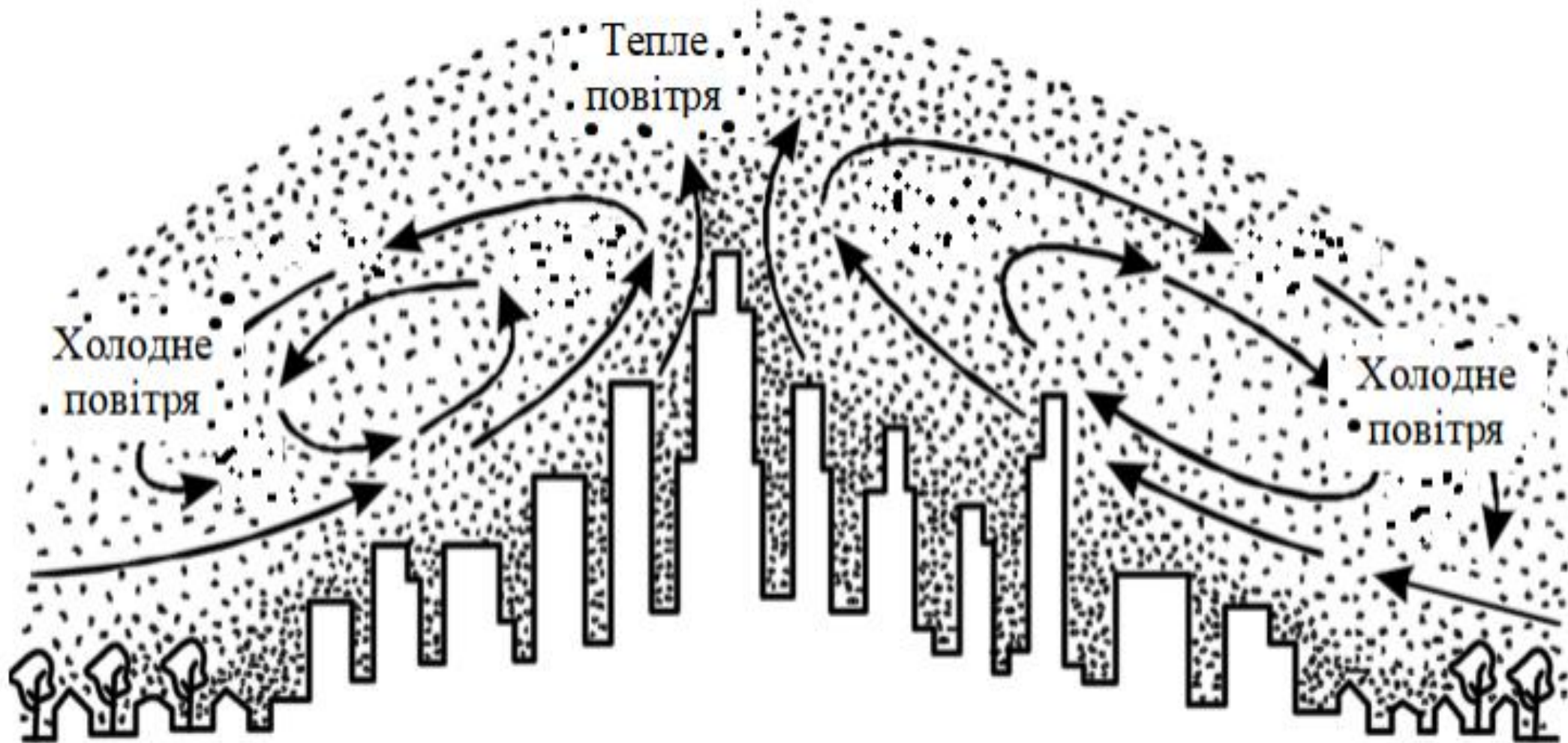


Рис. 3. Утворення «міського бризу»

Наявність конвергенції приповерхневого повітряного потоку над техногенно навантаженою урбоекосистемою є логічною, адже внаслідок існування «острову тепла» формується нестійка стратифікація температури, що викликає підйом повітряних мас. Нічна конвергенція повітряного потоку над містом є причиною того, що вночі вітер у місті послаблюється не настільки сильно, як удень, і часом може бути навіть сильнішим, ніж у сільській місцевості. Найчастіше це спостерігається за умов тихої спокійної погоди, коли в сільській місцевості фіксується потужна температурна інверсія, а в місті приповерхневий шар повітря стратифікований нестійко. Слід звернути увагу на те, що спрямований вночі всередину міста рух повітря не є постійним.

Міський вітер може впливати на перенесення забруднення з міжміських промислових зон до центру міста. Краще розуміння цих циркуляцій вітру має першочергове значення для прогнозування піків забруднення та оцінки політики щодо якості повітря в містах.