
Література:

1. Концепція підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти. (Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 660-р).
2. Положення про підготовку фахівців із застосуванням дуальної форми здобуття освіти в ТНПУ. (Затверджено на засіданні вченої ради університету, протокол №8 від 29.01.2019 р.)

Ігор КУЗИК
аспірант

**ЗЕЛЕНІ ЗОНИ ЯК ПРЕВЕНТИВНИЙ ФАКТОР
ПІДТОПЛЕННЯ МІСТА ТЕРНОПІЛЬ**

Вступ. На сьогоднішній день вже близько 70% міст світу зіткнулися із проявами та наслідками змін клімату [13]. До основних потенційних негативних наслідків змін клімату в урбоекосистемах, можна віднести: тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення кількості та погіршення якості питної води, зростання кількості інфекційних та алергічних захворювань, порушення нормального функціонування енергетичних систем міста [1, с. 15].

Зелені зони міста виступають одним із превентивних факторів адаптації населеного пункту до змін клімату. Серед основних функцій які виконують зелені насадження виділяють: екологічні, соціальні, економічні та кліматорегулюючі. До кліматорегулюючих функцій зелених зон відносять – стабілізацію вітрового і температурного режиму, підвищення відносної вологості повітря та зменшення поверхневого стоку у місті [2]. Власне, зменшення стоку зеленими насадженнями, виступає основним механізмом попередження підтоплень у населених пунктах.

У м. Тернопіль не надають великого значення плануванню та збереженню зелених зон. Сучасні процеси урбанізації, у населеному пункті, супроводжуються зростанням

антропогенних навантажень на урбоєкосистему, ущільненням міської забудови, зменшенням площ зелених насаджень, а відповідно і природних угідь міста. Одним із наслідків таких антиекологічних тенденцій у Тернополі, є зростання кількості випадків підтоплення будинків, доріг, пішохідних шляхів та іншої важливої інфраструктури міста. Тому, **метою** даного дослідження виступає визначення та обґрунтування ролі зелених зон у попередженні підтоплення міста Тернопіль.

Огляд літератури. Останні дослідження у галузі кліматичних змін та їх наслідків у містах України проводили Шевченко О. [1], Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М., Ілляш О., Рожкова А. [7]. Колективом цих авторів розроблено методики та проведено оцінку вразливості м. Тернопіль до кліматичних змін [7, с. 35-40]. Проблеми підтоплення міст та роботи міських дощових каналізацій у своїх публікаціях висвітлювали Ткачук О.А., Шевчук О.В. [10], Ткачук О.А., Сальчук В.Л., [11]. Особливостям клімату міста, гідрологічним процесам, функціонуванню зелених зон присвячені монографічні дослідження та посібник Ландсберга Г.Е. [6], Стольберга Ф.В. [8], Кучерявого В.П. [5]. Сучасний стан зелених насаджень міста Тернопіль висвітлено у публікації Царика Л., Позняк І. [12], Кузика І. [4] та інших.

Виклад основного матеріалу. За результатами досліджень вразливості до змін клімату окремих міст України, м. Тернопіль є найбільш вразливим до підтоплень (16 балів) та до стихійних гідрометеорологічних явищ (14 балів). Найменш вразливими до кліматичних змін у Тернополі є міські зелені зони (рис. 1.) [3, с. 36].

Основними причинами підтоплення м. Тернопіль є: випадання значної кількості опадів за короткий час, зношеність каналізаційної і зливної систем, високий рівень залягання ґрунтових вод та переважаючого у місті штучних водонепроникних поверхонь.

У структурі землекористування міста Тернопіль переважають забудовані землі (55%), близько 32% займають землі сільськогосподарського призначення, із них: 20% - рілля, 7% - пасовища і сіножаті, 5% - багаторічні насадження ; ліси у

місті займають 6%, землі під водою також становлять 6% (рис. 2.) [3].

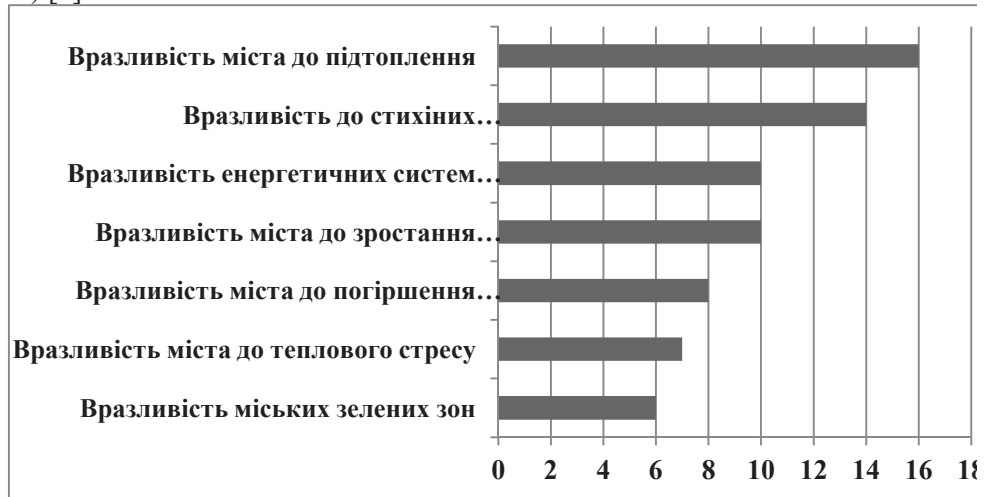


Рис. 1. Вразливість м. Тернопіль до наслідків кліматичних змін [3]

Близько 1000 га (17%) у місті займають зелені насадження [9]. Таким чином, в межах урбоекосистеми Тернополя частка природних угідь складає 41%.

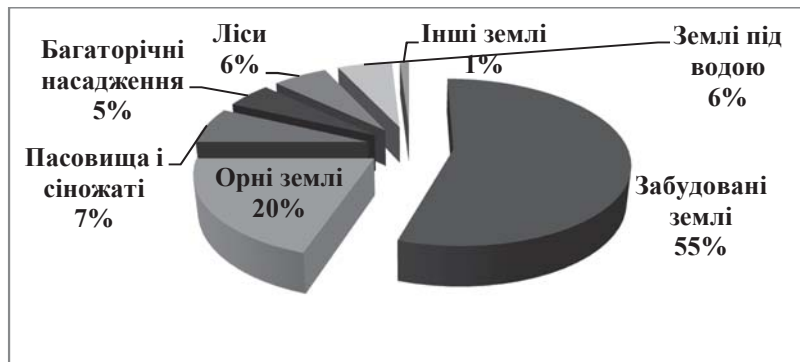


Рис. 2. Структура землекористування м. Тернопіль

Відомо, що із озелених (природних) земель поверхневий стік складає 10%, із забудованих

(антропогенізованих) – 55% (рис. 3.) [1]. Переважання у м. Тернопіль штучних водонепроникних поверхонь (59%) посилює ризики підтоплення окремих його територій, адже волога з таких поверхонь швидко стікає і надходить до зливової каналізації. Тоді як, волога, що потрапила на поверхню ґрунту, інфільтрується в його глибші шари, такими чином знижуючи ризики підтоплення населеного пункту [1].

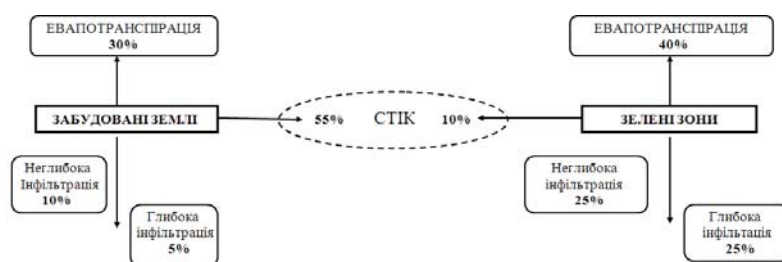


Рис 3. Особливості вологообігу на штучних та природних поверхнях міста

Зростання частоти випадання зливових опадів у поєднанні із неналежним функціонуванням міської дощової каналізації та фізико-географічними особливостями міста підвищують ризики підтоплення населеного пункту. У м. Тернопіль за останні 5 років почастишали випадки випадання дуже сильного дощу (30 мм і більше за 12 годин). Найвища повторюваність сильних опадів спостерігається в кінці весни та на початку літа, понад 60% зливових дощів у місті випадає у літні місяці. Найбільш катастрофічними наслідками випадання дуже сильних опадів були у липні 2011, червні 2013, травні 2018 і червні 2019 років. Внаслідок випадання, майже місячної норми опадів за короткий період, у Тернополі були затоплені дороги, пішохідні шляхи, будинки та інша важлива інфраструктура. Найбільш проблемними із точки зору підтоплень у місті залишаються просп. Злуки в районі вул. Спортивної (1), перехрестя вулиць Збаразька та Бродівська (2), вул. Миру (3), вул. Глибока (4), вул. Стадникової на перехресті із вул. Микулинецька (5), перехрестя вулиць Над Яром та Галицька (6), просп. С. Бандери в районі перехрестя із вулицями Татарська і Шопена (7) (рис. 4).

Проблемною також була вул. Галицька, але на даний час там збудовано новий дощовий колектор та завершується реконструкція інженерних мереж.

Усі території потенційного ризику підтоплення у м. Тернопіль (рис. 4.), із фізико-географічної точки зору, знаходяться у зниженнях рельєфу. Попри те, що в цих місцях є дощів колектори, їх стан характеризується як не задовільний. Окрім цього, зливові дощі часто супроводжуються сильним поривами вітру, що призводить до ламання гілок та обривання листя на деревах. Усі ці уламки разом із мулом який змивається з доріг, а також не рідко із побутовим сміттям, потрапляють у дощову каналізацію, не даючи нормально пропускати стічні води. Практично усі точки ймовірного підтоплення знаходяться в межах проїжджої частини, де як правило, частка природних угідь (зелених зон) досить низька – 10-15%.

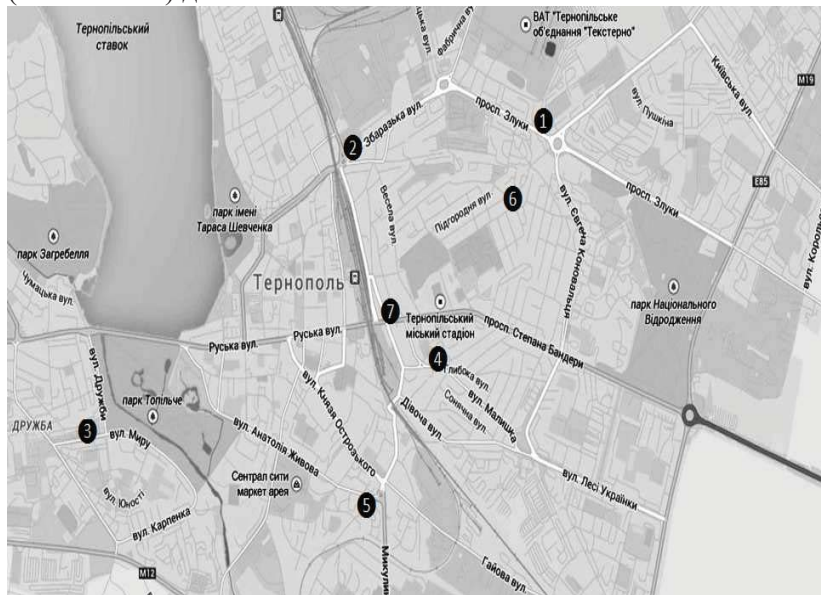


Рис.4. Місця потенційного ризику підтоплення м. Тернопіль

Проте, варто зазначити, що точки 2,5,7, які знаходяться на перехресті вулиць, характеризуються дещо вищою озелененістю, за рахунок природних територій, які формують

коловий рух транспорту. Також, точка 3 (вул. Миру), безпосередньо примикає до скверу, площа зелених насаджень в межах якого складає близько 1,5 га [9]. Та не зважаючи на це, саме на цих територіях, внаслідок випадання зливових дощів, зростають ризики підтоплення житлових будинків, доріг, пішохідних шляхів та іншої інфраструктури міста.

Враховуючи те, що основними причинами підтоплення м. Тернопіль є висока частка штучних водонепроникних поверхонь та поганий технічний стан зливної каналізації [7], ймовірності підтоплення міста безпосередньо залежатиме від швидкості стоку при певній кількості опадів. Швидкість максимального стоку із різних типів поверхні при заданій інтенсивності опадів визначається за формулою:

$$Q_p = K \times i_p \times A \quad (1) \quad [6]$$

де, Q_p – швидкість максимального стоку (м³/год), K – коефіцієнт стоку (табл. 1). i_p – інтенсивність дощу (мм/год), A – площа території (га) [6, с. 189].

Таблиця 1

Коефіцієнт стоку (K) із різних типів міської поверхні та забудови [6, с. 189]

Тип поверхні	Коефіцієнт стоку (K)
Пасовища, сіножаті, газони (із глинистим і чорноземним ґрунтом)	0,10-0,20
Парки	0,10-0,25
Асфальтні і бетонні поверхні	0,70-0,95
Дахи будинків	0,75-0,95
Тип забудови	Коефіцієнт стоку (K)
Приміські житлові райони	0,25-0,40
Міська одно- і двоповерхова забудова	0,30-0,50
Багатоповерхова забудова	0,50-0,70
Діловий сектор (землі комерційного призначення)	0,70-0,95
Підприємства легкої промисловості	0,50-0,80

Для визначення середньої швидкості стоку із поверхні міста, з різними типами забудови, можна розрахувати частку кожного типу поверхні і взявши відповідні коефіцієнти (K), одержати комбінований коефіцієнт стоку:

$$K_c = a_1 K_1 + a_2 K_2 + \dots + a_n K_n \quad (2) \quad [6, \text{с. 190}]$$

де, a_1, a_2, \dots, a_n – частка кожного типу поверхні (%).

Враховуючи те, що у м. Тернопіль частка пасовищ, сіножатей і газонів становить 8%, парки у місті займають 7,5%, асфальтні і бетонні поверхні (дороги, вулиці, площі, набережні) близько 3%, міська одно- і двоповерхова забудова – 5%, багатоповерхова забудова – 6,5%, діловий сектор (землі комерційного використання) – 3,5%, землі промислового призначення (в Тернополі тільки легка промисловість) – 8%, то комбінований коефіцієнт стоку у місті становитиме:

$$K_c = 8 \times 0,15 + 7,5 \times 0,2 + 3 \times 0,8 + 5 \times 0,4 + 6,5 \times 0,6 + 3,5 \times 0,8 + 8 \times 0,65 = 1,2 + 1,5 + 2,4 + 2 + 3,9 + 2,8 + 5,2 = 19$$

Таким чином, коефіцієнт стоку в середньому для міста Тернопіль становить 19.

Відповідно, за формулою 1, швидкість максимального стоку у м. Тернопіль, при інтенсивності опадів 55 мм/год, становить: $Q_p = 19 \times 55 \text{ мм/год} \times 5900 \text{ га} = 6\ 165\ 500 \text{ м}^3/\text{год}$. Тобто, під час зливових опадів (дуже сильного дощу) на всій території м. Тернопіль формується поверхневий стік понад 6 млн. $\text{м}^3/\text{год}$, це приблизно 1000 $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 га площі міста. При цьому, у системі водовідведення міста функціонує лише 8 каналізаційних насосних станцій, загальною потужністю 30 000 $\text{м}^3/\text{год}$ [14].

Отож, з таким обсягом стоку, при випаданні зливових дощів, зношена дощова каналізація, в окремих точках міста (заниженнях рельєфу) не справиться, що призведе до підтоплення будинків, доріг, пішохідних шляхів та іншої важливої інфраструктури. Превентивним засобом катастрофічних ситуацій такого типу є створення додаткових зелених зон та збільшення площ природних угідь міста. Адже, на природних поверхнях коефіцієнт стоку на порядок нижчий, аніж на штучних, а транспірація та інфільтрація вищі. Тому нарощення зеленого потенціалу урбоєкосистеми є важливим завданням органів місцевого самоврядування не лише з екологічної, але і з соціально-економічної точки зору. Оскільки, підтоплення населених пунктів може призвести до людських жертв, руйнування інфраструктури, втрати матеріальних та

фінансових ресурсів, в тому числі пов'язаних із ліквідацією наслідків стихійних явищ.

У зв'язку з цим, на основі аналізу наукових досліджень [1,7], нами запропоновано ряд заходів для попередження підтоплень та збільшення зелених зон у м. Тернопіль:

- визначити потенційні причини та зони підтоплення міста, окреслити можливості його прогнозування;
- розробити програму адаптації м. Тернопіль до змін клімату та план дій на випадок підтоплення чи інших наслідків кліматичних змін;
- зупинити та заборонити будівництво у водоохоронних і прибережних територіях річки Серет, Тернопільського водосховища, а також територіях паркових зон;
- внести зміни до Генерального плану міста та планів подетальної забудови мікрорайонів із максимальним збереженням існуючих зелених зон і збільшенням площ природних територій;
- здійснювати планування забудови нових мікрорайонів міста з урахуванням можливого підтоплення окремих його територій [7, с. 24];
- модернізувати, та за потреби, розшири інженерну мережу дощової каналізації, збільшити її пропускну здатність [7, с. 24];
- розробити систему управління дощовою водою в межах усього міста – створити резервуари для її накопичення чи використання у господарських потребах [7, с. 24];
- вжити заходів для максимального збереження та відновлення водно-болотних угідь в межах міста і його околиць;
- зменшити площі штучних водонепроникних поверхонь, шляхом збільшення площ газонів, створення екопарковок, додаткових зелених насаджень вздовж доріг, пішохідних шляхів;
- озеленення територій прибудинкових територій, закладів освіти, охорони здоров'я, адміністративних будинків тощо;
- створення додаткової системи зелених насаджень спеціального призначення (санітарно-захисних та водоохоронних зон);

- розроблення та затвердження схеми комплексної зеленої зони міста, проведення інвентаризації зелених насаджень паркових зон і прибудинкових територій;

- використання в озелененні м. Тернопіль інноваційних підходів: мобільне та контейнерне озеленення, зелені дахи і стіни та інших.

Висновки. На основі аналізу теоретичних напрацювань і практичних розробок, встановлено, що внаслідок змін клімату, найбільш вразливим, м. Тернопіль є до підтоплень, найменш вразливими у місті є зелені насадження. Тому, зелені зони, як найбільш стійкий компонент урбоєкосистеми Тернополя, повинен бути превентивним фактором у попередженні підтоплень міста. В ході проведеного дослідження визначено, що частка природних угідь у м. Тернопіль складає 41%, відповідно штучні водонепроникні території у місті займають 59%. Поверхневий стік із антропогенізованих земельних ділянок становить близько 55% опадів.

Потенційними причинами підтоплень окремих територій м. Тернопіль є: збільшення випадків випадання зливових опадів, зношеність дощової каналізації міста, високий рівень залягання ґрунтових вод та переважання у місті штучних водонепроникних поверхонь (59%). Високий ризик підтоплення спостерігається у 7 точках міста, більшість із них знаходиться в заниженнях рельєфу, на проїжджій частині дороги із низькою часткою озелененості (10-15%). За результатами проведених розрахунків, встановлено, що при інтенсивності опадів 55 мм/год, швидкість максимального стоку по всій території м. Тернопіль становитиме 6 165 500 м³/год. При цьому, 8 каналізаційних насосних станцій міста за годину можуть перекачати лише 30 тис. м³ стоку. Тому для попередження підтоплення м. Тернопіль нами було запропоновано ряд пріоритетних заходів, які, насамперед, спрямовані на збільшення площ зелених насаджень у місті, не допущення забудови водоохоронних і прибережних смуг водних об'єктів, зменшення площ штучних водонепроникних поверхонь та модернізацію інженерної мережі дощової каналізації міста.

Отож, зелені зони виступають превентивним фактором підтоплення міста, особливо для Тернополя. Адже, в умовах зношеної системи дощової каналізації, єдиним механізмом попередження підтоплень у місті залишається створення додаткових зелених зон та збільшення площ природних територій. Реалізація системи заходів у цьому напрямку мінімізує ризики підтоплення населеного пункту та зекономить матеріальні і фінансові ресурси для ліквідації наслідків кліматичних змін.

Література:

1. Клімат та міста: як вижити адаптуватися. За заг. ред. О. Шевченко. Львів: 350org, 2018. 43 с.
2. Кузик І. Теоретико-методологічні засади дослідження комплексної зеленої зони міста. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. Тернопіль: СМП «Тайп». 2019. № 2 (випуск 47). С. 21-32. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.3.3>
3. Кузик І.Р. Збалансоване землекористування – пріоритетний напрям сталого розвитку міста Тернополя. Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. С. 53-55.
4. Кузик І. До проблеми комплексного озеленення міста Тернополя. Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій: матеріали I Всеукраїнської наук.-практ. конф. Збірник тез. Житомир: Видавництво «Житомирський національний агроекологічний університет», 2018. С. 31-34.
5. Кучерявий В. Урбоекологія. Львів: Світ, 1999. 360 с.
6. Ландсберг Г.Е. Клімат города. Перевод с англ. А.С. Дубова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 245 с.
7. Оцінка вразливості міст до зміни клімату: Україна. [Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М., Ілляш О., Рожкова А.]. Київ: КФСП, 2014. 74 с.
8. Стольберг Ф. Екологія города: Учебник. Киев: Либра, 2000. 464 с.
9. Тернопіль схема озеленення міста. Пояснювальна записка. Державне підприємство «Український державний

науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромісто» імені Ю.М. Білоконя». Київ, 2017. 158 с.

10. Ткачук О.А., Шевчук О.В. Інфільтраційні майданчики як сучасний метод регулювання дощового стоку при благоустрої міських територій. Містобудування та територіальне планування. Випуск 59, 2016. С. 437-442.

11. Ткачук О. А., Сальчук В.Л. Проблеми регулювання стоку дощових вод при благоустрої міських територій. Науковий вісник будівництва. Вип. 72. Харків : ХНУБА, 2013. С. 345-350.

12. Царик Л., Позняк І. До проблем озеленення і паркових комплексів у функціонуванні урбоекосистеми Тернополя. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. Тернопіль: СМП «Тайп». 2016. № 1 (випуск 40). С. 263-270.

13. C40cities [Електронний ресурс]. URL: <http://www.c40.org>.

14. Тернопіль. Проект розвитку міської інфраструктури – 2. URL: www.vodokanal.te.ua