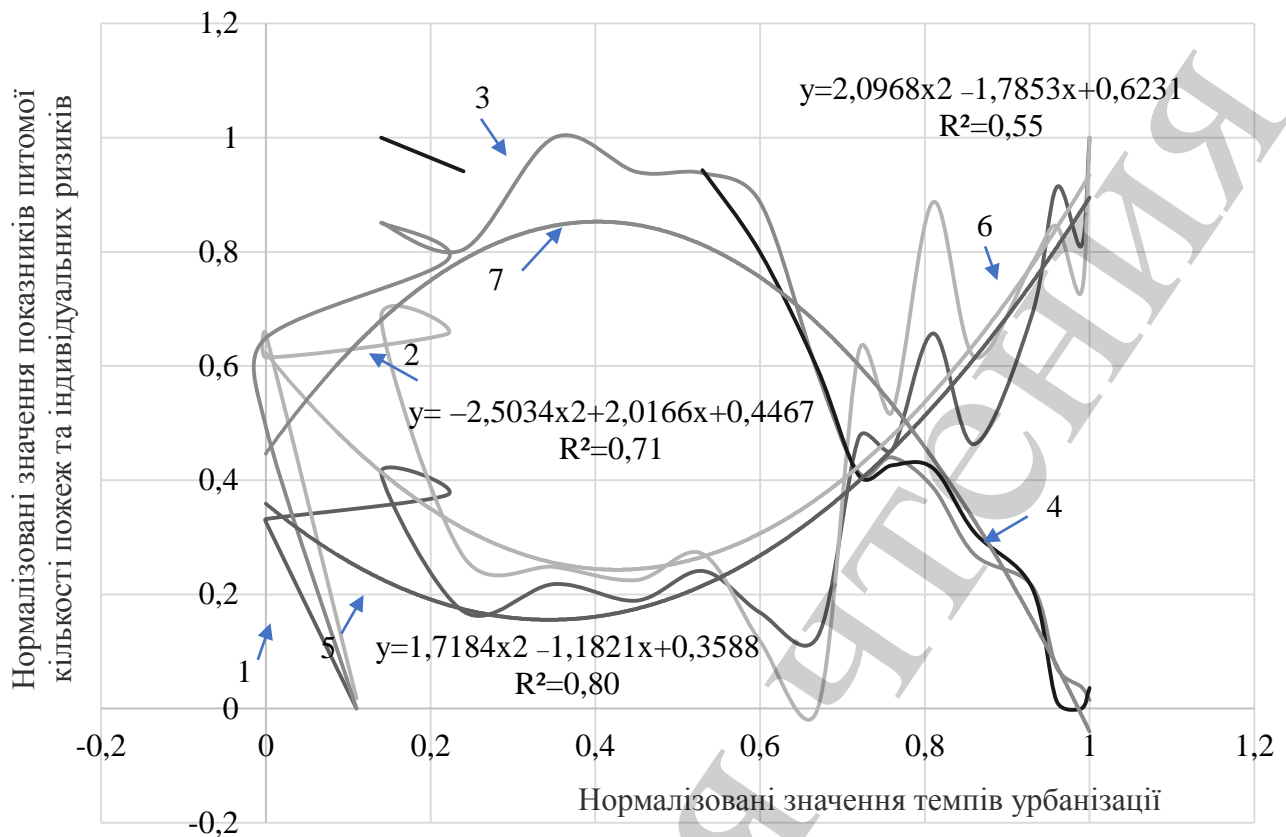


**Рис. 5.** Залежності питомих показників загальної кількості пожеж та пожеж в міських системах протягом 1999–2017 рр.: 1 – питомі значення загальної кількості пожеж ( $Z_{fs} \cdot 10^{-4}$ ); 2 – питомі значення кількості пожеж в міських системах ( $Z_{fus} \cdot 10^{-4}$ ); 3 – лінія тренду ( $Z_{fs}$ ); 4 – лінія тренду ( $Z_{fus}$ )

#### 6.4. Аналіз ризиків загибелі населення від пожеж техногенного походження

Оскільки масштаби урбанізації призводять до збільшення вразливості населення, проведений функціонально-графічний аналіз (рис. 6) нормалізованих показників питомої кількості загальних і міських пожеж, та відповідних ризиків для міського та загального населення від темпів урбанізації (табл. 1, 2).

Лінії тренду показують, що урбанізація на перших етапах підсилює та ініціює ризики загибелі на фоні зменшення випадків пожеж, як в містах, так й в сільській місцевості. Але, на рівні урбанізації 68 %, значення цих показників різко змінюються в протилежних напрямках.



**Рис. 6.** Функціональні залежності показників: 1 – загальної кількості пожеж  $Z_{fs}$ , 2 – пожеж в міських системах  $Z_{fus}$ , 3 – індивідуальних ризиків всього населення  $R_{ft}$ , 4 – індивідуальних ризиків міст  $R_{fu}$  від темпів урбанізації: 5 – лінія тренду  $Z_{fs}$ , 6 – лінія тренду  $Z_{fus}$ , 7 – лінія тренду  $R_{ft}$

Лінії трендів ризиків та кількості пожеж мають X-подібний вид. Це означає, що кількість випадків пожеж буде різко збільшуватися, навіть по відношенню до значення показників на початку періоду розглядання. Для міського середовища це збільшення більш вагоме. Ризики загибелі від пожеж для будь-якого населення практично співпадають, та демонструють чітку тенденцію до абсолютного зменшення.

Таким чином, на рівні до 68 % міського населення, демографічний фактор впливає на зростання ризиків загибелі при зменшенні кількості пожеж техногенного походження. Подальша урбанізація призводить до різкого збільшення числа НС. При цьому демографічний і урбогенний фактори діють в одному напрямку зменшення ризиків загибелі від пожеж.

Крім скорочення щільності населення, міського в тому числі, на рівень безпеки людини впливають фактори зростання організаційно-технічного потенціалу та кращого фінансування Державної Служби Надзвичайних Ситуацій (ДСНС), якості швидкої допомоги, впровадження інших заходів щодо запобігання та пом'якшення наслідків пожеж. Така тенденція характерна також для всіх основних типів НС. Сукупність урбанізаційних процесів не тільки збільшують можливість пожеж, але й, одночасно, можуть скорочувати вразливість населення і, особливо, міських жителів. Міста мають значні

людські, технічні, та матеріальні ресурси, і можуть забезпечувати кращий захист від небезпечних подій.

## 7. SWOT-аналіз результатів досліджень

*Strengths.* Проведений аналіз динаміки кількості пожеж техногенного походження, в тому числі, в міських населених пунктах, матиме наступні корисні властивості. Оцінювання рівня пожежонебезпеки міського середовища не може не враховувати демографічний фактор. Аналіз розрахованих відповідно до чисельності населення показників кількості пожеж з високими коефіцієнтами кореляції показав їх зростання на рівні країни ( $R^2=0,79$ ), та в міських населених пунктах ( $R^2=0,59$ ). Аналіз ризиків загибелі від пожеж для населення показав, що урбанізоване середовище створює підвищенні ризики для прояву пожежонебезпечних ситуацій.

Позитивним фактором є те, що ризики життю міського населення від пожеж проявляють тенденцію до зменшення, що пояснюється цілим рядом суб'єктивних та об'єктивних причин. Виявлений вплив чинників урбанізаційних процесів на розраховані показники проявів пожеж дозволяє більш цілеспрямовано розробляти заходи протидії пожежам з метою захисту людей та майна в районах підвищеної щільності населення.

*Weaknesses.* Матеріальні збитки від усіх типів негативних подій протягом періоду розглядання неухильно збільшуються. При цьому практично не враховуються вторинні ефекти від НС, які, наприклад, пов'язані із пошкодженнями транспортної та комунікаційної інфраструктури, втратами виробництв, відмовами систем життєзабезпечення громадян, спалахами інфекційних захворювань та іншими. Такі «вторинні» невраховані втрати можуть значно перебільшувати прямі та загальні матеріальні збитки від НС.

*Opportunities.* Методологія врахування демографічних особливостей урбанізаційних процесів для аналізу динаміки проявів НС техногенного походження, в тому числі пожеж в міських системах, дозволяє подолати складні проблеми оцінювання ризиків.

Ризики для населення від природних катастроф чи техногенних аварій мають загальні власні характеристики. Тож, дослідження щодо частоти ризиків виникнення НС, причин та соціально-економічних наслідків цікаві не тільки для України. Урбанізація сьогодні охопила майже всі країни світу. Вивчення особливостей впливу сполучених факторів урбанізаційного процесу на формування стану екологічної безпеки має загальнонаукове значення.

Застосування демографічних показників, які змінюються паралельно урбанізації, дозволяє усунути обмеження методів функціонально-статистичного аналізу. Виявлення функціональних залежностей динамічних змін проявів НС від факторів урбанізації важливо для організації практичної діяльності рятувальних служб.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з тим, що вплив урбанізації розповсюджується далеко за межі міських поселень та обумовлює рівень глобальної безпеки території. Тож, в систему оцінок параметрів безпеки необхідно вводити інтегральний індекс урбанізації. Розроблення системи

показників такого індексу є перспективним розвитком досліджень сполученого зв'язку урбанізації та безпеки країни.

*Threats.* Слабкою стороною проведеного аналізу пов'язана із методологією збору статистичних даних. Природні лиха як і техногенні аварії, проявляють високу ступінь ймовірності та мають циклічний характер, для вивчення якого потрібні більш тривалі, ніж двадцятирічні, дослідження.

Рівень ризику несприятливих подій, обумовлених урбанізацією, є недооціненим внаслідок деяких причин. По-перше, недосконала методологія збору даних на основі регіональних та міських баз призводить до недооцінювання НС частого, але малого масштабу. По-друге, ускладнення при оцінюванні міських ризиків виникають, коли негативні процеси охоплюють лише частину урбанізованої території, або виходять за її межі.

Таким чином, спосіб врахування НС в Україні призводить до недооцінювання найважливіх чинників формування небезпек природного та техногенного характеру.

## 8. Висновки

1. На основі графічного аналізу статистичних даних за період 1990–2017 рр. показано, що урбанізаційний процес в Україні відрізняється від багатьох інших країн світу зворотно пропорційним зв'язком із щільністю населення. Повільне зростання рівня урбанізації в 1,03 разів відбувається на фоні різкого скорочення населення, яке склало майже 10 млн. При цьому чисельність міського населення зменшилась в 1,2 рази.

Показане, що стрімке падіння щільності населення, в тому числі, міського, впливає на динаміку проявів небезпечних подій. Функціональна залежність показників числа надзвичайних ситуацій за нормалізованими значеннями показує високий ступінь кореляції ( $R^2=0,9471$  для нормалізованого показника загальної кількості НС;  $R^2=0,7243$  для показнику кількості НС природного та техногенного походження) із щільністю населення.

SWOT-аналіз результатів досліджень дозволяє зробити висновки, що скорочення числа надзвичайних ситуацій за роками не може однозначно свідчити про зменшення агресивності урбанізованого довкілля, та пов'язане з особливостями методології представлення даних.

2. Аналіз динаміки пожеж техногенного походження показав їх збільшення за 20-річний період, в тому числі, в містах. Обґрунтовані суб'єктивні причини, пов'язані із людським фактором та об'єктивні умови техногенно-урбогенного довкілля.

Функціонально-графічний аналіз показав, що число міських пожеж коливається біля середнього рівня 37–39 тисяч випадків за рік на фоні зростаючої загальної кількості пожеж. Тож, з високим коефіцієнтом кореляції ( $R_2=0,83$ ) показане поступове зменшення частки міських пожеж.

Проведений аналіз розрахованих показників кількості пожеж відповідно до чисельності населення показав, з високими коефіцієнтами кореляцій їх зростання по країні ( $R^2=0,79$ ), та в міських населених пунктах ( $R^2=0,59$ ).

Складні, нелінійні та взаємозалежні фактори урбогенно-техногенного середовища формують ризики пожеж, за якими вразливість міст може суттєво відрізнятись між собою та від загальнонаціонального рівня.

3. Аналіз частоти проявів пожеж, та відповідних ризиків населенню показав, що урбанізоване середовище створює підвищенні ризики для прояву пожежонебезпечних ситуацій.

На основі функціонально-графічного аналізу показано, що урбанізація на перших етапах підсилює та ініціює ризики загибелі на фоні зменшення випадків пожеж, як в містах, так й в сільській місцевості. Проте, на рівні урбанізації вище 67 %, значення цих показників різко змінюються в протилежних напрямках. Ризики загибелі від пожеж для міського та загального населення практично співпадають, та демонструють чітку тенденцію до абсолютного зменшення.

Подальша урбанізація до рівня 68,5 % призводить до різкого збільшення числа пожеж. При цьому, демографічний фактор зменшення щільності населення і урбогенний фактор зростання організаційно-технічного потенціалу рятувальних служб діють в одному напрямку зменшення ризиків загибелі людей від пожеж.

Розвиток міських агломерацій на основі концепції сталого розвитку вимагає розроблення нових підходів, спрямованих на протидію пожежам з метою захисту людей та майна в районах підвищеної щільності населення. Між урбанізаційними процесами та станом безпеки навколишнього природного середовища існують складні багатоелементні зв'язки, врахування яких необхідне для досягнення сталої урбанізації, зменшення ризиків та вразливості населення до різних небезпек природного чи техногенного походження.

Демографічні та урбанізаційні особливості, які є визначальними при формуванні стану екологічної безпеки, мають бути враховані при розробленні ризик-орієнтованих стратегій пом'якшення наслідків техногенних аварій та стихійних лих як на національному, так й на рівнях місцевого самоврядування.

## Література

1. Analiz masivu kartok obliku pozhezh // DSNS Ukrainy. URL: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html> (Last accessed: 14.03.2018)
2. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini // VDISP UKkrNDITsZ. URL: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html> (Last accessed: 24.02.2018)
3. Analitichnyi ohliad stanu tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini. URL: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2015-rik.html> (Last accessed: 10.05.2018)
4. Pelling M. Urbanization and Disaster Risk // Panel contribution to the Population-Environment Research Network Cyberseminar on Population and Natural Hazards. 2007. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/c64e/27e09397149d4fdb7997ace325571275782e.pdf> (Last accessed: 15.04.2018)

5. El Garouani A. Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data: Case of Fez, Morocco // *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2017. Vol. 6, Issue 1. P. 160–169. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.02.003>
6. Tan Y., Xu H., Zhang X. Sustainable urbanization in China: A comprehensive literature review // *Cities*. 2016. Vol. 55. P. 82–93. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cities.2016.04.002>
7. Hodson M., Marvin S. “Urban Ecological Security”: A New Urban Paradigm? // *International Journal of Urban and Regional Research*. 2009. Vol. 33, Issue 1. P. 193–215. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2009.00832.x>
8. Wamsler C. Managing urban risk: perceptions of housing and planning as a tool for reducing disaster risk // *Global Built Environment Review*. 2004. Vol. 4, Issue 2. P. 11–28. URL: <http://portal.research.lu.se/portal/files/2698440/3629168.pdf> (Last accessed: 06.12.2017)
9. Determination of trend and regularities of occurrence of emergency situations of technogenic and natural character in Ukraine / Kolesnik V. Ye. et. al. // *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2017. Issue 6. P. 124–131. URL: <http://nvngu.in.ua/index.php/en/home/1518-engcat/archive/2017-eng/contents-6-2017/environmental-safety-labour-protection/4238-determination-of-trends-and-regularities-of-occurrence-of-emergency-situations-of-technogenic-and-natural-character-in-ukraine> (Last accessed: 14.02.2018)
10. Tiutiunyk V. V. Otsinka vidnosnoi intensyvnosti mizh nadzvychainymy sytuatsiamy pryrodnoho ta tekhnogennoho kharakteru v rehionakh Ukrainy // *Problemy nadzvychainykh sytuatsii*. 2015. Vol. 21. P. 112–120. URL: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Tiutiunik.pdf> (Last accessed: 20.03.2018)
11. Shevchenko O. H. Vrazlyvist urbanizovanoho seredovyscha do zminy klimatu // *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia*. 2014. Issue 4 (76). P. 167–172.
12. Moldan B., Janouskova S., Hak T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 17. P. 4–13. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033>
13. Hulida E. M., Voitovych D. P., Movchan I. O. Potik pozhezh ta yikh odnochasnist u mistakh // *Pozhezhna bezpeka*. 2017. Issue 31. P. 30–35. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/101> (Last accessed: 15.03.2018)
14. Prognozuvannya naslidkiv pozhezh za dopomogoyu informatsiynikh sistem / Kruchina V. V. et. al. // *Otkrytye informatsionnye i komp'yuternye integrirovannye tekhnologii*. 2015. Issue 68. P. 167–172. URL: <https://www.khai.edu/csp/nauchportal/Arhiv/OIKIT/2015/OIKIT68/p167-172.pdf> (Last accessed: 16.03.2018)
15. Vasiutynska K., Arsirii O., Ivanov O. Development of the method for assessing the action zones of hazards in an emergency at a city filling station using geoinformation technology // *Technology Audit and Production Reserves*. 2017. Vol. 6, Issue 3 (38). P. 29–38. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.119505>

16. Visualization of the pool fire action zones with using MapInfo GIS for the number of filling stations of the Odessa (Ukraine) residential district / Vasiutynska K. et. al. // Technology Audit and Production Reserves. 2017. Vol. 1, Issue 3 (39). P. 30–39. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.124241>
17. Tiutiunyk V. V., Chornohor L. F., Kaluhin V. D. Vykorystannia enerhetychnoho pidkhodu dlia otsinky efektyvnosti funktsionuvannia kompleksnoi avtomatyzovanoi systemy monitorynhu, poperedzhennia ta likvidatsii nadzvychainykh sytuatsii na lokalnii terytorii // Systemy obrobky informatsii. 2016. Issue 1 (138). P. 183–194. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi\\_2016\\_1\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2016_1_40) (Last accessed: 24.03.2018)
18. Jennings C. R. Social and economic characteristics as determinants of residential fire risk in urban neighborhoods: A review of the literature // Fire Safety Journal. 2013. Vol. 62. P. 13–19. doi: <http://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.07.002>
19. Clare J. Reduced frequency and severity of residential fires following delivery of fire prevention education by on-duty fire fighters: Cluster randomized controlled study // Journal of Safety Research. 2012. Vol. 43, Issue 2. P. 123–128. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jsr.2012.03.003>
20. Publikatsii dokumentiv Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. URL: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2010/ds/kn/kn\\_u/kn1210\\_u.html](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2010/ds/kn/kn_u/kn1210_u.html) (Last accessed: 24.03.2018)