

О. О. Фоменко¹, С. Г. Чечельницький²

¹ доктор архітектури, професор

Харківський Національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

oksana.fomenko@kname.edu.ua

orcid.org/0000-0003-0588-4186

² доктор архітектури, професор

Харківський Національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Serhii.Chechelnytskyi@kname.edu.ua

orcid.org/0009-0002-0247-9054

ІНДИКАТОРИ ПРЕДКАТАСТРОФНИХ СТАНІВ В АНАЛІЗІ МІСТА ЯК ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ

© О.О. Фоменко

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2023.28.4-15>

Анотація.

У статті проаналізовано проблеми виникнення можливих катастроф у процесах переходів функціонування міста як системи від стагнації до стабільності, а у подальшому, до кризи. При цьому місто розглядається як складна система, на яку впливає безліч системно пов'язаних внутрішніх і зовнішніх факторів, які активно впливають один на одного. Місто як динамічна система складається з підсистем нижчого ієрархічного рівня, які мають власну динаміку функціонування. Кожна з цих підсистем стикається з обмеженнями, що накладаються сусідніми системами, на які вони, в свою чергу, чинять тиск. Чим складніше система, тим гостріше конфлікти між її елементами. При певному збільшенні числа взаємопов'язаних конфліктів система починає прагнути до саморуйнування, переходячи зі статичного стану в стан неконтрольованого хаосу. У природних системах конфлікти вирішуються за допомогою циклів обвальної саморегуляції. В історії людства зустрічаються подібні саморегуляції міст. Саме за цієї причини сталий розвиток та методи управління конфліктами системи місто-довкілля стають трендом у розвитку архітектури, урбаністики та містобудування.

Ця стаття є розвитком циклу статей авторів, присвячених моделюванню міста як сталої системи. У статті розглянуто принципи можливих переходів функціонування міської системи від кризового до передкатастрофного стану. Отримані дані розглядаються як основа для формування показників передкатастрофних станів міста як динамічної системи.

Ключові слова: архітектура, місто, криза, катастрофа, екологія, економіка, соціум.

Постановка проблеми.

Місто – це складна система, в якій взаємодіють багато елементів, таких як інфраструктура, економіка, соціальна сфера, екологія та інші. Нестійкість міста як системи означає, що воно може зіткнутися з проблемами, спричиненими різними факторами, які можуть вплинути на його подальше стабільне існування.

Одним з аспектів, що сформували це дослідження, стала серія стандартів ISO, які були розроблені і розробляються з питань сталого розвитку. Сьогодні головним завданням порядку денного Організації Об'єднаних Націй (ООН) є трансформація нашого світу в напрямку сталого

розвитку. У програмному документі «Contributing to the UN Sustainable Development Goals with ISO standards» опубліковано амбітний план дій, спрямований на «зміцнення миру та процвітання, викорінення бідності та захист планети» [1]. ISO розробила понад 22 000 міжнародних стандартів та пов'язаних з ними документів, які забезпечують міцну основу, на якій уряди, промисловість та споживачі можуть зробити свій внесок у досягнення кожної з Цілей сталого розвитку.

Особлива увага в стандартах ISO приділяється показникам сталого розвитку, які є конкретними числовими або якісними метриками, що використовуються для вимірювання та оцінки рівня досягнення сталого розвитку в різних сферах функціонування нашої цивілізації. Показники допомагають оцінити, наскільки соціум, економіка та екосистема задовольняють потреби сучасних поколінь, не руйнуючи перспективи розвитку поколінь майбутніх. Показники охоплюють різні аспекти сталого розвитку, включаючи економічний, соціальний та екологічний рівні. Континуум стандартів ISO дозволяє підбирати показники, які найкраще відображають конкретні цілі та цінності відповідно до контексту та завдань досліджень. У нашому випадку це моніторинг можливого переходу функціонування міста як системи до передкатастрофного стану.

У нашому уявленні найбільше відношення до дослідження мають наступні індикатори сталого розвитку:

- Показник сталості ВВП на душу населення (ISO 37120:2018) є інструментом для вимірювання та оцінки економічної стабільності та стійкості міст і регіонів. Цей стандарт призначений для забезпечення порівнянності та збору даних про ВВП на душу населення з метою оцінки економічного добробуту та соціальної стійкості. Стандарт ISO 37120:2018 також включає інші показники, пов'язані з різними аспектами сталого розвитку міст, такі як доступ до освіти, охорони здоров'я, житла, безпеки та інші. Ці індикатори допомагають містам та регіонам аналізувати та вдосконалювати свої стратегії сталого розвитку.

Індекс довкілля: Екологічний індикатор, який оцінює стан довкілля, включаючи якість повітря, води, рівень забруднення та збереження біорізноманіття [2]. В даний час цей індикатор знаходиться в розробці. Для розвитку теми дослідження певне значення має серія міжнародних стандартів системи екологічного менеджменту ISO 14000 встановлює, зокрема ISO 14001, який визначає вимоги до системи екологічного менеджменту в організації, та інші стандарти, які можуть включати метрики та показники для оцінки та підвищення екологічної стійкості.

Індекс людського розвитку: статистичний комплексний індекс який об'єднує показники очікуваної тривалості життя, освіти (середні роки навчання в школі та очікувані роки навчання після вступу до системи освіти) та показників доходу на душу населення, використовується для ранжування країн за цими чотирма рівнями людського розвитку [3].

Індекс сталих міст: показник, який оцінює рівень сталості та якості життя в містах з урахуванням таких аспектів, як доступ до послуг, мобільність, екологія та соціальна справедливість. До цього напрямку досліджень належать, такі програми та ініціативи, як: «C40 Cities Climate Leadership Group» [4], «ICLEI - Local Governments for Sustainability» [5].

Індикатори «сталого розвитку» є важливим інструментом для оцінки та моніторингу прогресу у досягненні стійкості у різних аспектах життя суспільства. Вони допомагають визначити пріоритети, розробляти політики та програми, а також оцінювати їх ефективність у досягненні стійких цілей. Однак, в процес дослідження міста як динамічної системи ми стикнулися з певним когнітивним розривом, який полягає у наступному – є індикатори стійкого розвитку, сформовані комплекси індикаторів криз, але фактично немає індикаторів предкатастрофних станів міських систем. На нашу думку це може стати причиною когнітивних спотворень уявлень про принципи функціонування міста як динамічної системи. Таке ствердження полягає у наступних міркуваннях: криза яка не має перспектив перерости в катастрофу не має й значення, бо не несе системних загроз.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Виходячи з цілей дослідження проаналізовано континуум публікацій, присвячених наступним темам: сталий розвиток, стале місто, індикатори сталості, індикатори криз, катастрофи, та методи їх аналізу.

В блоці аналізу публікацій, присвячених сталому розвитку, та індикаторам сталого розвитку досліджено наступні стандарти ISO:

ISO 37120:2018 Сталий розвиток міст та громад. Показники для міських служб та якості життя. Цей документ визначає та встановлює методології набору індикаторів для управління та вимірювання ефективності міських послуг та якості життя [6]

ISO 37123:2019 Сталий розвиток міст та громад. Показники для стійких міст. Цей документ визначає та встановлює визначення та методології набору індикаторів стійкості міст. [7]

ISO 14001:2015. Системи екологічного менеджменту. Вимоги з інструкцією щодо використання. Узгоджений на міжнародному рівні стандарт, який встановлює вимоги до системи екологічного менеджменту. Це допомагає організаціям покращити свою екологічну ефективність за рахунок більш ефективного використання ресурсів і зменшення відходів, отримуючи конкурентну перевагу та довіру зацікавлених сторін [8].

Цікавою для даного дослідження виявилась робота Ксенія Чуміна та інші, з критикою впровадження стандартизованих індикаторів ISO. Автори показують, що нинішня стандартизація стійкості не в змозі адекватно вирішити політичний аспект зниження ризику стихійних та інших лих, зменшуючи стійкість до інструменту управління та втрачаючи можливість усунути соціально-політичні джерела ризиків [9].

Наїм Капуку досліджує динаміку взаємозв'язків між катастрофами і розвитком, розглядаючи періоди після стихійних лих, як можливість політикам та лідерам громад переглянути свої політичні пріоритети та використати цінні ресурси для розгляду питань сталого економічного розвитку [10]. Юн Сян пропонує систему оціночних індексів стійкості міської безпеки з точки зору сталого міського розвитку. Ця модель оцінки стійкості міської безпеки була створена за допомогою теорії катастроф для вивчення та аналізу стійкості міської безпеки [11]. Володимир Москвічев пропонує методичний підхід до визначення та оцінки нормативного рівня комплексного територіального техногенного ризику муніципалітетів [12]. Група китайських дослідників з Ї Лі розробили систематичну оцінку стійкості соціально-екологічних систем, пов'язавши теорію катастроф і рівновагу розподілу ймовірностей [13].

Мета статті.

Відповідно до означеної проблеми необхідності врахування можливого переходу кризи в катастрофу при аналізі принципів функціонування міста нами сформовано мета даного дослідження: систематизувати уявлення про можливі катастрофи міста як системи, виявити перспективи розробки індикаторів предкатастрофних станів міста як системи.

Методи дослідження.

В процесах моделювання міста як відкритої системи критичним є з'ясування меж за які воно не може виходити у своєму розвитку. Зміни факторів, що визначають процеси функціонування міста, стають кризою, яку необхідно подолати. Якщо криза не вирішується в позитивному ключі, місто переходить у стадію, що передуює можливій катастрофі, а згодом і закінченню його існування.

Теорія катастроф. Причиною використання теорії катастроф в області аналізу міста як складної динамічної системи є такі його властивості, як невідповідність продуктивності прилеглих територій і щільності населення, невідповідність масової свідомості реаліям часу, вкрай висока залежність міста від світової економіки і так далі. Теорія катастроф розглядається як потенційний метод

дослідження раптових якісних змін у міській системі. Свою назву ця теорія отримала завдяки розумінню того, що втрата стійкості може бути катастрофічною, навіть якщо вона не призведе до руйнування всієї системи, а лише стане причиною переходу системи в інший стан або напрямок розвитку. [14]. Теорія катастроф є ефективним інструментом для вивчення різких, різких і раптових змін стану нелінійних динамічних систем при перетворенні їх параметрів.

Для даного дослідження дуже цікавими уявляються деякі положення теорії синергетики [15]. Відомо, що конфлікти забезпечують розвиток, в той же час представляючи загрозу існуванню системи. Баланс потреб та їх реалізація визначає стійкість системи. Така стійкість можлива тільки при наявності прямих і зворотних зв'язків між усіма компонентами системи. Чим більше компонентів, тим гостріше конфлікти між ними. При певному збільшенні обсягу даних система має властивість самознищуватися, переходячи зі статичного стану в стан неконтрольованого хаосу. Саморегуляція системи в сторону порядку можлива тільки при можливості безлічі невдалих спроб і природного відбору з найбільш стійких варіантів. При відсутності регуляторів в певний момент, під вагою конфліктів, система має тенденцію до спрощення і деградації до певного більш стабільного стану. Цю тезу дуже вдало демонструють «демографічні цикли» коли зростання внутрішніх конфліктів цивілізації призводило до періодичної саморегуляції системи, такими регуляторами були: війни, голод (як наслідок війни) та епідемії [16].

Теорія систем і системна динаміка. Найважливіші поняття теорії динамічних систем - стійкість станів рівноваги - здатність системи при малих змінах початкових умов як завгодно довго залишатися біля положення рівноваги або на заданому різноманітті [17], і грубість - збереження властивостей при малих змінах самої математичної моделі; «груба система - це така, якісний характер рухів якої не змінюється при досить малій зміні параметрів» [18]

Міська конфліктологія - це міждисциплінарна область, яка досліджує конфлікти, що виникають у контексті міст, і прагне знайти способи їх вирішення, управління та запобігання. На думку низки дослідників, конфлікти, що у містах є визначальними для міського життя. Подібні конфлікти наростають у міру збільшення темпів розвитку міського простору та ступеня зацікавленості в ньому з боку акторів, які мають ресурсний потенціал для його освоєння. [19].

Самі міста виступають як «місця конфлікту, вплив яких на процеси їхнього життя та розвитку визначається поєднанням об'єктивних (щільність соціальних взаємодій, частота перетину інтересів) та суб'єктивних (використання певних технологій взаємодії, організація процесу конфліктування) факторів» [20]

Результати дослідження.

Місто – соціум, техносфера, екосфера.

Місто – це система, що складається з трьох базових компонентів (соціуму, техносфери та екосфери), функціонування яких спрямоване на досягнення глобальної мети - сталому функціонуванню. Всі елементи представленої системи тісно взаємопов'язані і взаємозалежні. Ігнорування навіть одного з них призводить до деградації всієї системи, пов'язаної з важкими екологічними, соціальними, економічними та політичними наслідками.

Екосфера - це біологічна система, що включає в себе живі організми і середовище, з яким вони взаємодіють. Соціум, і техносфера інтегровані в екосферу, тобто являють собою комплекс кругообігу матерії і енергії між живою і неживою природою. В результаті екосфера стає пригніченою техносферою в процесі задоволення потреб соціуму. [21]

Техносфера - це весь штучний світ, створений людиною, який не має аналогів в природі по матерії і енергії, системно чужий їй і такий, що відразу ж починає руйнуватися без безперервного оновлення.

Соціум, - це населення міста з усім комплексом його життєво важливих потреб, інтегроване в техносферу, що забезпечує його виживання і розвиток. На думку І. Блауберга, місто як соціальна система є відносно автономною групою людей з чітко структурованою спільною діяльністю, що функціонує для реалізації соціальних інтересів, визначених спільною метою [22]. Головною метою соціуму є здорове і тривале існування.

Соціум формує потреби, техносфера створює засоби задоволення цих потреб, а екосфера отримує наслідки від задоволення потреб Соціуму. Розглядаючи місто як триєдність Соціуму - споживача товарів і носія комплексу світоглядів, техносфери - штучно створеного ним середовища і екосфери - середовища, в яке занурене місто і від якого воно залежить, можна зробити головний висновок - стабілізація еко-техно-антропоморфних відносин міської системи може стати основою його сталого розвитку.

Інтеграція цих трьох аспектів – соціального, технічного та екологічного – у містобудування та міське управління дає можливість створювати більш стійкі, комфортні та ефективні міські середовища з урахуванням потреб та інтересів громадян. Ця концепція відома як «сталій міський розвиток» і прагне знайти баланс між соціальними, технічними та екологічними аспектами міського життя.

У контексті розгляду проблем порушення сталого функціонування міста можна виділити наступні види катастроф: – екологічні (екосфера), соціальні (Соціум), техногенні (техносфера).

Катастрофи екосфери.

Таким чином, катастрофічні, або порогові, механізми полягають в тому, що існує певне критичне значення зовнішнього впливу, ефект «останньої краплі», вище якої колишня форма вже не може існувати. Руйнується стара організація системи, тобто фізична система має порогові стани, перехід через які призводить до різкої якісної зміни процесів, що відбуваються в ній, до зміни організації. Катастрофи відрізняються від рівномірного розвитку швидкістю реалізації і непередбачуваністю траєкторії процесу розвитку.

На початку 20 століття своєю діяльністю людина почала активно втручатися в планетарний розвиток Землі, що нерідко призводило до техногенних катастроф. Цей не природний вид катастроф служить каталізатором стихійних лих. Принципово механізм «екологічних» катастроф гранично простий – зростаюче по експоненті надмірне споживання, яке супроводжується наднадмірним виробленням забруднень [23].

У середині 1960-х років ЮНЕСКО почала щорічно публікувати задокументовані стихійні лиха. Тільки в 1969 році, наприклад, було зафіксовано 759 подібних подій, але тільки 12 з них були визнані руйнівними катастрофами з точки зору антропоцентричного підходу. Група з дослідження природних ризиків при Університеті Колорадо (США) класифікує стихійні лиха як події, які спричиняють понад 100 смертей або появу понад 100 серйозно травмованих людей, або завдають матеріальних збитків на суму понад 1 мільйон доларів. Однак недосконалість такого визначення катастрофи стає очевидною, коли включається залізнична аварія, наприклад, залізнична аварія, яка завдає матеріальної шкоди на суму понад 1 мільйон доларів, але при цьому екологічних наслідків не виникає. Інший приклад – виверження вулкана Святої Єлени. У 1980 році, коли виникла справжня екологічна катастрофа, але кількість людських жертв була мізерно малою. У той же час пандемія холери, яка супроводжується високим рівнем смертності і має екологічне значення у вузькому сенсі цього слова, не робить істотного впливу на природу.

Можна погодитися з визначенням екологічної катастрофи як події, викликані природними і антропогенними причинами, руйнівна дія якої проявляється в рамках досить великих просторових і часових параметрів і викликає загибель людей, а також значні тимчасові або постійні зміни в живих спільнотах, на які вона впливає. Вона також завдає значних економічних збитків через негативний вплив на діяльність людини та біологічні ресурси.

Акведук Лос-Анджелесу можна віднести до міської катастрофи. Посушливий клімат і близькість пустелі сильно стримували розвиток міста. Під керівництвом інженера і підприємця Малхолланда в 1908-13 роках був реалізований проект 375-кілометрового акведука Лос-Анджелеса, який був покликаний забезпечити городян водою з озера Оуенс площею 300 квадратних кілометрів.

Глобальна екологічна катастрофа: тут слід розрізняти два види екологічних катастроф: природні (метеорит Хісулуб, виверження вулканів (Помпеї, Геркуланум і Саломін), зміни русел річок і т.п.) та техногенні (вирубка лісів внаслідок вирубки лісів, отруєння територій і акваторій промисловими і життєво важливими відходами).

Причиною вимирання міста може стати виснаження запасів корисних копалин, значне подорожчання видобутку та переробки сировини. Ці причини викликані як природними, так і антропогенними факторами. Як правило, ці причини доповнюються цілим рядом невирішених екологічних проблем, пов'язаних з вилученням земельного фонду, проблемами утилізації відходів, забрудненням водних ресурсів, підвищенням запиленості повітря і в цілому зниженням якості середовища проживання, що сприяє процесу міграції населення і руйнування міста.

Санітарно-епідеміологічні причини. В описі історичних епох поширення небезпечних захворювань, що викликали епідемії і загибель великої кількості людей, є приклади покинутих мешканцями міст Китаю, Індії, Близького Сходу та Європи.

Віттенум, Австралія. Містечко Віттенум в одній з численних пустель Австралії було населене шахтарями Пізніше з невідомих причин тут почали гинути люди. В результаті досліджень з'ясувалося, що причиною став негативний вплив парів азбесту. Ті, що вижили, покинули місто, шар азбесту покрив майже всі вулиці покинутого Віттенума.

У рамках розгляду екологічних катастроф треба відмітити, що «стійкість» архітектури міста можна розглядати з точки зору таких складових: Тривалість - ця категорія заснована на використанні природних ресурсів, запаси яких або поповнюються швидше, ніж використовуються, або не залежать від того, використовуються вони чи ні. Нешкідливість (безвуглецевий, переробка та утилізація відходів). Переробка - це повторне використання або повернення в обіг відходів виробництва або сміття. Вторинна переробка - це використання ресурсів, які безпосередньо не використовуються, вторинних ресурсів, відходів виробництва і споживання і т.п. Сюди, також можна долучити такі поняття, як: відновлювані джерела енергії та матеріалів, зелена економіка і так далі.

Катастрофа техносфера.

Природно, не може бути чітко окреслених меж катастрофи. Аварія танкера з мазутом перетворюється з техногенної катастрофи на екологічну. Техногенна катастрофа – це виникнення і розвиток несприятливого і неконтрольованого процесу на технічному об'єкті, який спричинив масові людські жертви, завдав значної шкоди здоров'ю людей, спричинив руйнування технічних об'єктів. [24].

У 27 році нашої ери обвалився величезний амфітеатр, побудований Атілієм в місті Фідени на околиці Риму. Підприємець намагався максимально заощадити як на матеріалах, так і на попередньому вивченні ґрунту на будівельному майданчику. Фундамент під вагою тіл глядачів, які прийшли насолодитися гладіаторським боєм, провалився, а гігантська споруда зруйнувалася, не витримавши навантаження. Того дня, 12 червня, за різними даними, загинуло від 20 до 50 тисяч римлян [25].

Екологічна катастрофа техногенного характеру виникають внаслідок неадекватної господарської діяльності людини і створюють загрозу існуванню біоценозу регіону. Найдавнішим прикладом такої катастрофи є пустелі. На думку ряду вчених, практично всі пустелі світу з'явилися в результаті антропогенного впливу. Дослідник Девід Райт стверджує, що навіть Сахара виникла в результаті надмірного випасу худоби стародавніми скотарями в Африка [26].

Бхопальська катастрофа є найбільшою техногенною катастрофою в сучасній історії за кількістю жертв, яка сталася в результаті аварії на хімічному заводі, що належить американській хіміко-промисловій корпорації Union Carbide, в індійському місті Бхопал (столиця штату Мадх'я-Прадеш).

Отруйна хмара в Севезо. До 1976 року в італійському містечку Севезо проживало близько 17 000 чоловік. Але 10 червня 1976 року на місцевому заводі стався потужний вибух, в результаті якого в повітря викинувся небезпечний діоксин. Після вибуху отруйний діоксин утворив хмару, що нависла над містом. Зараз це місто називають італійською Хіросімою, адже в Севезо вже ніхто не живе. Щоб відродити місто-привид, потрібно багато років і знезараження всіх ґрунтів і вод.

28 березня 1979 року сталася одна з найбільших техногенних катастроф у світі та історії атомної енергетики. На атомній електростанції Три-Майл-Айленд було викинуто радіоактивні матеріали, а саме гази ксенон-133 та йод-131. Інциденту передували витік теплоносія і забитий трубопровід для скидання іонообмінної смоли. Великих людських жертв вдалося уникнути, але подія змусила вчених переглянути норми безпеки експлуатації ядерних установок.

3 грудня 1984 року сталася одна з найвідоміших техногенних катастроф — трагедія в Бхопалі. Через аварію, що сталася на заводі американської компанії Union carbide, загинуло понад 18 тисяч людей. Причину аварії так і не знайшли. Однак розслідування встановило, що керівництво компанії змусило співробітників скоротити витрати, що також вплинуло на сектор безпеки.

Стійкість техносфери. Тут найважливішим є відзначення ряду протиріч: Протиріччя між вартістю і ефективністю використовуваних технологій. Це протиріччя означає, що більш ефективні технології можуть мати вищі початкові витрати або дорожче обслуговування, що може створити тиск на вибір між економічною вигодою та екологічною чи технічною ефективністю. Деякі технології, які можуть бути дорожчими на початку їх використання, можуть виявитися більш прибутковими в довгостроковій перспективі, оскільки вони можуть заощадити ресурси, зменшити витрати на технічне обслуговування або зменшити викиди. Важливо дивитися в довгостроковій перспективі та враховувати витрати та вигоди протягом усього життєвого циклу.

Протиріччя між кількістю технологій та наявністю відповідного кадрового забезпечення. Виникає у ситуаціях, коли організації впроваджують безліч технологій, але не завжди забезпечують достатню кількість чи підготовку кадрів для ефективного управління та обслуговування цих технологій.

Ще одним протиріччям є різниця між «екологічним ефектом» технології та «екологічним слідом», залишеним життєвим циклом цієї технології.

Екологічний ефект від використання технології розглядається як оцінка впливу технології на навколишнє середовище при її активному використанні. Вплив на навколишнє середовище оцінює, як технологія впливає на ресурси, викиди забруднюючих речовин, споживання енергії, землекористування та інші аспекти навколишнього середовища в процесі її застосування. Екологічний слід (життєвий цикл) розглядається як оцінка впливу технології на навколишнє середовище на всіх етапах її життєвого циклу, включаючи видобуток сировини, виробництво, транспортування, використання та утилізацію. Екологічний слід враховує як прямі, так і непрямі впливи, пов'язані з виробництвом і обслуговуванням технології. Оцінка впливу на навколишнє середовище забезпечує краще розуміння впливу технології на навколишнє середовище, включаючи прихований або непрямий вплив, і може бути використана для прийняття більш обґрунтованих рішень щодо вибору технології та способів її використання з урахуванням навколишнього середовища.

Катастрофа соціум.

До надзвичайних ситуацій соціального характеру належать такі явища і процеси суспільного життя, як суспільно-політичні конфлікти, масові заворушення, тероризм, військові конфлікти та інші

явища, що дестабілізують життя суспільства та міста, створюють загрозу життю і здоров'ю його мешканців, порушують умови їх життєдіяльності.

Один з найвідоміших прикладів смертельної соціальної катастрофи наводиться в Біблії: «І сказав Господь: Великий крик Содому та Гоморри, і їхній гріх дуже тяжкий. Я зйду і подивлюся, чи чинять вони саме так, як крик проти тих, хто приходить до мене, чи ні; Я дізнаюся». [27]. При цьому погіршення моралі в двох містах досягло такого рівня, що викликало гнів Господа.

Розглянувши катастрофи як крайні можливі негативні стани міської системи, можна зробити наступний висновок: незважаючи на широкий спектр можливих катастроф, всі вони зводяться до одного фактора – різкого, зсувного скорочення населення міста. Ця теза є критерієм, який відрізняє кризу від катастрофи.

Зміна економічних зв'язків.

Міста майже завжди виникали на основі економічної доцільності. Перехрестя торгових шляхів, перевалочні пункти на водних шляхах стали центрами зародження міського життя. Вони виростили з невеликих населених пунктів або відбудовуються з нуля за даними Держплану. На їх розвиток завжди покладаються великі надії, і, схоже, їх історія буде не коротше, ніж у римлян. Однак довга доля чекає не на всіх. Міста, які ще вчора були заселені тисячами людей, тепер порожні, як декорації.

Енергетична та економічна кризи, зростання податків на нерухомість в центрі міста, а також активний розвиток сфери послуг в період 1970-х і 1980-х років призвели до того, що виробничі підприємства в найбільших містах США і Європи закрилися самі по собі, а їх території були занедбані. Продаж цих ділянок був ускладнений великими витратами на реорганізацію промислового розвитку. Інвестиції були спрямовані на будівництво нових підприємств на вільних ділянках за містом.

До початку 1990-х років великі міста розвинених країн світу зіткнулися з проблемою реорганізації та реконструкції великої кількості земельних ділянок із занедбанними промисловими будівлями та спорудами. Ці території позначаються спеціальним терміном «браунфілди» - площі, зайняті занедбанними промисловими будівлями, на відміну від «зелених полів» - ділянок, вільних від будь-якої забудови. Використовуються й інші визначення: «забруднені об'єкти/ділянки/ділянки/земля/грунт» або «занедбана земля».

Територіальні конфлікти. Наявність території – одна з ключових особливостей будь-якої держави. Без території, населення і суверенної політичної влади держава за своєю суттю немислима. Тому втрата території, в тому числі будь-якої її частини, є абсолютною загрозою безпеці держави, а анексія території, як правило, тягне за собою збільшення масштабів публічної влади відповідної країни. [28]

Вороша — район у місті Фамагуста, Кіпр. До турецького вторгнення він був популярним туристичним напрямком, а пізніше став «містом-привидом». 20 липня 1974 року турецька армія вторглася на Кіпр у відповідь на політичні потрясіння в країні, а 15 серпня того ж року турки окупували Фамагусту. В результаті цих дій країна розділилася на дві частини: грецьку та турецьку. Греки, які жили у Вароші, були евакуйовані. До 1990-х років журналістам не дозволяли в'їжджати в цей район. Причиною того, що Вароша залишається занедбаною територією, є Резолюція Ради Безпеки ООН 550, прийнята в травні 1984 року, в якій, зокрема, говориться: «Спроби заселити будь-яку частину кварталу Вароша будь-ким, крім його мешканців, неприпустимі». [29]

Збройні конфлікти та руйнування міст. Тотальні авіанальоти Другої світової війни переконливо продемонстрували безкомпромісність сторін конфлікту. Масовані бомбардування міст зруйнували комунікації та заводи і призвели до загибелі тисяч невинних людей.

Гамбург. Для військ антигітлерівської коаліції Гамбург був стратегічним об'єктом, тут розташовувалися нафтопереробні заводи, військово-промислові заводи, Гамбург був найбільшим портом і транспортним вузлом. 27 травня 1943 року командувач Королівських ВПС Артур Гарріс підписав наказ Бомбардувального командування No 173 про проведення операції «Гоморра». Це ім'я

було обрано не випадково, воно відсилало до біблійного тексту «І зіслав Господь на Содом і Гоморру сірку і вогонь від Господа з неба». Авіанальоти на Гамбург тривали з 25 липня по 3 серпня 1943 року, і близько мільйона жителів були змушені покинути місто.

У ракурсі аналізу проблеми «стійкості» соціуму, треба зазначити, що соціальні системи і процеси набагато складніше будь-яких моделей, тому довгострокова передбачуваність або передбачуваність поведінки системи виключає чітке формулювання цілей. Знаючи можливі стани системи, необхідно створювати механізми та умови для їх оперативної корекції в процесі самоорганізації суспільного розвитку, підтримки бажаних тенденцій та попередження негативних, враховуючи неминучу самоорганізацію різних, як позитивних, так і негативних явищ у суспільстві. Цей підхід отримав назву «еволюційний підхід до управління». Ця концепція базується на ідеях та принципах, взятих з теорії еволюції. Цей підхід передбачає, що організації і системи управління можуть виживати і процвітати лише шляхом адаптації до змін у своєму оточенні і у внутрішньому середовищі.

Висновки.

1. Проведено розмежування понять «катастрофа» та «криза». Основою для цього послугували очікувані трансформації життєвої системи міста: випадок, коли, зазнавши безповоротних втрат, система здатна відновитися, зберігши незмінними основні параметри життя, слід вважати «аварійною ситуацією», у разі значних мутацій - «катастрофою». На сучасному етапі науково-технічного розвитку цивілізації катастрофи принципово передбачувані. Основною проблемою при цьому є розробка бази моніторингу систем життєдіяльності міста та методології аналізу його стану.

2. Більшість кризових і передкатастрофних проблем міста пов'язані з відставанням свідомості Соціуму від реалій часу і не можуть бути вирішені технічними засобами.

Гомеостаз міської системи означає здатність міської системи зберігати стабільність і рівновагу в мінливому середовищі. Необхідно визначити принципи самоокупності міста, для чого мають бути чітко визначені такі показники: максимальна чисельність населення, яку здатна витримати природна система міста без деградації її основних показників;

Співвідношення, що демонструє допустиме перевищення максимально можливої чисельності населення міста за рахунок розвитку інновацій;

Співвідношення, що демонструє допустиме перевищення максимальної чисельності населення міста, що можливо завдяки розвитку екологічної свідомості Соціуму;

Співвідношення, що демонструє різницю між кількістю людей, яких місто може утримувати, не експортуючи життєво важливі ресурси, та експортуючи; прогноз стабільності зовнішніх поставок життєво важливих ресурсів;

Співвідношення, що демонструє різницю в інтелектуальному розвитку Соціуму, що необхідно для екологічно безпечного підтримання існуючої щільності населення і існуючого інтелектуального рівня;

Ресурсні витрати, необхідні для підвищення інтелектуального рівня Соціуму до необхідного мінімуму; коефіцієнт стану науково-технічної бази міста, що демонструє його відставання від необхідного і достатнього рівня;

3. Необхідно розробити модель мультидисциплінарних досліджень проблем міста, об'єднаних в єдиний інтерактивний простір. Така модель може суттєво сприяти кращому розумінню та вирішенню складних міських проблем. Ось кілька ключових кроків та аспектів, які слід враховувати при створенні такої моделі: Модель має об'єднувати фахівців та дослідників з різних дисциплін, таких як міське планування, архітектура, екологія, соціологія, транспорт, інформаційні технології, охорона здоров'я та інші. Це дасть можливість розглянути проблеми міста з різних точок зору та знайти комплексні рішення.

Інтерактивна платформа: створення інтерактивного простору, де дослідники, науковці, міські служби та громадськість можуть обмінюватися інформацією, даними та ідеями. Це дозволить учасникам співпрацювати та працювати над досягненням спільних цілей.

Збір та аналіз даних: Модель повинна включати механізми збору, аналізу та візуалізації даних про міські проблеми. Використання сучасних геоінформаційних систем (ГІС) та великих даних (DIG DATA) допоможе краще зрозуміти міське середовище. Модель може включати можливість проведення віртуальних експериментів та симуляцій для оцінки впливу різних рішень та стратегій на міське середовище. Метою моделі має бути визначення інтегрованих рішень, які враховують різноманітні аспекти міських проблем. Це може включати створення стратегій сталого розвитку, оптимізацію інфраструктури та ресурсів, покращення якості життя та сприяння економічному розвитку.

Список використаної літератури:

1. International Organization for Standardization. Contributing to the UN Sustainable Development Goals with ISO standards. iso.org. [//https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100429.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100429.pdf).
2. Boori M.S., Choudhary K., Paringer R., Kupriyanov A. Eco-environmental quality assessment based on pressure-state-response framework by remote sensing and GIS (2021) Remote Sensing Applications: Society and Environment, 23, art. no. 100530, Cited 58 times. DOI: 10.1016/j.rsase.2021.100530.
3. Stanton, Elizabeth A. "The Human Development Index: A History". PERI Working Papers: 14–15. <https://doi.org/10.7275/1282621>.
4. Ahn D.Y., Goldberg D.L., Coombes T., Kleiman G., Anenberg S.C. CO2 emissions from C40 cities: citywide emission inventories and comparisons with global gridded emission datasets (2023) Environmental Research Letters, 18 (3), art. no. 034032, DOI: 10.1088/1748-9326/acbb91.
5. Experts' discussion: With Monika Zimmermann, Deputy General Secretary of ICLEI (Local Governments for Sustainability) (2018) Geographische Rundschau, 70 (6), pp. 20 - 21, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049369488&partnerID=40&md5=eda316d68bbbed6b41e5c512a04f68df7>.
6. ISO 37120:2018. Sustainable cities and communities. Indicators for city services and quality of life / www.iso.org // <https://www.iso.org/standard/68498.html>.
7. ISO 37123:2019. Sustainable cities and communities. Indicators for resilient cities / www.iso.org // <https://www.iso.org/standard/70428.html>.
8. ISO 14001:2015. Environmental management systems. Requirements with guidance for use / www.iso.org // <https://www.iso.org/standard/60857.html>.
9. Chmutina, K., Lizarralde, G., von Meding, J. and Boshier, L. (2023), "Standardised indicators for "resilient cities": the folly of devising a technical solution to a political problem", International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, Vol. 14 No. 4, pp. 514-535. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2022-0099>.
10. Kapucu, Naim. (2014). Disaster & development: Examining global issues and cases. 10.1007/978-3-319-04468-2.
11. Xiang, Y.; Chen, Y.; Su, Y.; Chen, Z.; Meng, J. Research on the Evaluation and Spatial–Temporal Evolution of Safe and Resilient Cities Based on Catastrophe Theory—A Case Study of Ten Regions in Western China. Sustainability 2023, 15, 9698. <https://doi.org/10.3390/su15129698>.
12. Moskvichev V.V., Postnikova U.S., Taseiko O.V. Cluster analysis in the assessment of territorial risks for social-natural-technogenic systems (2022) Journal of Computational Technologies, 27 (3), pp. 112 - 124. DOI: 10.25743/ICT.2022.27.3.009.

13. Li Y., Li Y., Kappas M., Pavao-Zuckerman M. Identifying the key catastrophic variables of urban social-environmental resilience and early warning signal (2018) *Environment International*, 113, pp. 184 - 190. DOI: 10.1016/j.envint.2018.02.006.
14. V. S. Afrajmovich, V. I. Arnold, et al., *Bifurcation Theory And Catastrophe Theory*, ISBN 3-540-65379-1.
15. Haken, Hermann (2006). *Synergetik in der Psychologie Selbstorganisation verstehen und gestalten* (in German). Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag: Hogrefe. ISBN 3-8017-1686-4. OCLC 181495870.
16. Park K. *Demography and Family Planning*. In: *Park's Textbook of Preventive and Social Medicine*, 25th ed. Jabalpur, India: M/S Banarasidas Bhanot Publishers; 2019.
17. Morecroft, John (2007). *Strategic Modelling and Business Dynamics: A Feedback Systems Approach*. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-01286-4.
18. Michael J. Radzicki and Robert A. Taylor (2008). "Origin of System Dynamics: Jay W. Forrester and the History of System Dynamics". In: U.S. Department of Energy's *Introduction to System Dynamics*. Retrieved 23 October 2008.
19. Chan Kok Hui J. *Between conflict and consensus : Searching for an ethical compromise in planning* / J. Chan Kok Hui, J.-P. Protzen // *Planning Theory*. – 2018. – № 17 (2). – P. 170–189.
20. Loopmans M. *Neoliberal Urban Movements? : A Geography of Conflict and Mobilisation over Urban Renaissance in Antwerp, Belgium* / M. Loopmans, T. Dirckx // *Contradictions of Neoliberal Planning : Cities, Policies, and Politics*. – London ; New York : Springer, 2012. – P. 99–116.
21. Ozdemir E. *Planners' role in accommodating citizen disagreement : The case of Dutch urban planning* / E. Ozdemir, T. Tasan-Kok // *Urban Studies : an international journal for research in urban studies*. – 2017. – № 3. – P. 1–19. DOI: 10.1177/0042098017726738.
22. Brand R. *Collaborative Planning in an Uncollaborative World* / R. Brand, F. Gaffikin // *Planning Theory*. – 2007. – Vol. 6, № 3. – P. 282–313.
23. Bradshaw, Corey J. A.; Ehrlich, Paul R.; Beattie, Andrew; Ceballos, Gerardo; Crist, Eileen; Diamond, Joan; Dirzo, Rodolfo; Ehrlich, Anne H.; Harte, John; Harte, Mary Ellen; Pyke, Graham; Raven, Peter H.; Ripple, William J.; Saltré, Frédéric; Turnbull, Christine; Wackernagel, Mathis; Blumstein, Daniel T. (2021). "Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future". *Frontiers in Conservation Science*. 1. doi:10.3389/fcosc.2020.615419.
24. Manion M., Evan W.M. *Technological catastrophes: their causes and prevention* (англ.) // *Technology in Society*. — 2002. — August (vol. 24, no. 3). — P. 207—224. — ISSN 0160-791X. — doi:10.1016/S0160-791X(02)00005-2.
25. *Complete Works of Tacitus*. IV.52—53. Tacitus. Alfred John Church. William Jackson Brodribb. Sara Bryant. New York: Random House, Inc. Random House, Inc. reprinted 1942. - p. 254.
26. David K. Wright. *Humans as Agents in the Termination of the African Humid Period* // *Front. Earth Sci.*, 26 January 2017 / <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00004>.
27. Библия. Книга Бытия, 18:20-21. / Синодальный перевод.
28. Vladzimirsky, Mykola. журнал "Воєнна історія" #3_4 за 2003 рік ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ. warhistory.ukrlife.org. Архів оригіналу за 19 листопада 2016.
29. Michael J. Totten. *The Ghost City of Cyprus* // November 2, 2005 / [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.michaeltotten.com/archives/000985.html>.

O.O. Fomenko¹, S.G. Chechelnytsky²

¹ Doctor of Architecture, Professor

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

oksana.fomenko@kname.edu.ua

orcid.org/0000-0003-0588-4186

² Doctor of Architecture, Professor

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Serhii.Chechelnytskyi@kname.edu.ua

orcid.org/0009-0002-0247-9054

INDICATORS OF PRE-CATASTROPHIC CONDITIONS IN THE ANALYSIS OF THE CITY AS A DYNAMIC SYSTEM

© O.O. Fomenko

Abstract.

The article analyzes the problems of the occurrence of possible disasters in the processes of transitions of the functioning of the city as a system from stagnation to stability, and then to crisis. At the same time, the city is considered as a complex system, which is affected by many system-related internal and external factors that actively influence each other. The city as a dynamic system consists of subsystems of a lower hierarchical level, which have their own dynamics of functioning. Each of these subsystems faces constraints imposed by neighboring systems, on which they, in turn, exert pressure. The more complex the system, the more acute the conflicts between its elements. With a certain increase in the number of interconnected conflicts, the system begins to strive for self-destruction, passing from a static state to a state of uncontrolled chaos. In natural systems, conflicts are resolved using self-regulatory cycles. In the history of mankind, there are similar self-regulations of cities. It is for this reason that sustainable development and conflict management methods of the city-environment system are becoming a trend in the development of architecture, urbanism and urban planning.

This article is a development of a series of articles by the authors devoted to the modeling of the city as a sustainable system. The article examines the principles of possible transitions of the functioning of the city system from a crisis to a pre-catastrophe state. The obtained data are considered as a basis for the formation of indicators of pre-disaster conditions of the city as a dynamic system.

Keywords: architecture, city, crisis, disaster, ecology, economy, society.