

УДК 711.122+711.13:504

**І. І. Устінова**

*кандидат архітектури,  
доцент кафедри містобудування КНУБА*

## **ЕКОФІЗИЧНІ ЗАСАДИ ТА СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ**

Анотація: викладено результати дослідження засад та стратегій сталого розвитку людства в екофізичному сенсі цього явища.

Ключові слова: сталий розвиток, екосистемна саморегуляція, екологічна рівновага, демографічна ємність, еколого-містобудівні системи.

Досягнення умов сталості розвитку, після конференцій ООН із навколишнього середовища, набуло ознак основного орієнтиру гуманітарної діяльності міжнародного співтовариства. Означена проблема актуальна для України, депопуляція якої відбувається на тлі подальшого зростання території міст. Сьогодні під сталим розвитком, як правило, розуміють визначення, яке надано йому в доповіді Комісії ООН із довкілля „Наше спільне майбутнє ” (Г. Брундландт, 1989): „...це розвиток, який дає змогу на довгостроковій основі забезпечити стабільне економічне зростання, що не призводить до деградаційних змін у навколишньому природному середовищі; вихід на рівень стійкого розвитку розрахований на задоволення потреб як сучасного, так і майбутніх поколінь...” [1, с.4]. З означеного постає економічна спрямованість сучасної ідеології сталості. Проте, існує й інша думка.

Відповідно до “Меж зростання ” (Д. Медоуз, 1972) – першої доповіді „Римському клубові ”, світовий розвиток визначається по-різному на різних його етапах. Спочатку – усталеним кількісним зростанням системних параметрів (чисельність населення, споживання природних ресурсів, що не поновлюються, виробництво продуктів харчування та товарів промисловості, забруднення середовища), потім – глобальною ресурсною кризою та інерційним періодом зростання населення в умовах загострення екологічної та економічної криз і, як імовірний результат, – глобальним демографічним колапсом. Висновком доповіді є попередження людства щодо екологічної обмеженості економічного піднесення внаслідок існування меж зростання та необхідності підтримки в цих межах глобальної рівноваги, яка можлива лише за умови стабілізації („нульового ” росту) народонаселення та капіталу [2, с.10].

І тут починаються труднощі, оскільки термінологічна невизначеність сутності поняття «сталість розвитку» зводить нанівець зусилля з управління в цій сфері. Як відомо із фізики, певні дефініції вирішальним чином змінювали зміст її теорії. Досить згадати відомий приклад з визначенням поняття «одночасність» в

класичній фізиці та теорії відносності. Неоднозначність поняття «сталість» (кількісне зростання – розвиток у певних межах) є наслідком сучасного стану в науці, в якій відбувається зміна парадигм мислення. У цьому аспекті директор інституту Європейської екологічної політики Ульріх фон Вайцекер зазначає, що “ми живемо напередодні нової парадигми, так що економічна парадигма незабаром повинна поступитися місцем екологічній” [3,с.27]. Брак ресурсів планети змушує світову спільноту відмовитися від економічної, кількісно орієнтованої в наш час парадигми, що походить від прагнення підвищити рівень споживання у як можливо більшої кількості людей, й перейти до екологічної, якісно орієнтованої парадигми, яка виходить з необхідності забезпечення умов виживання людства як біологічного виду в умовах середовища, що змінюється під впливом його ж діяльності, й життєзабезпечувальні функції якого внаслідок виснаження природних ресурсів можуть стати неадекватними потребам й можливостям адаптації [3-5].

Означений стан у суспільних науках початку ХХІ століття певною мірою нагадує ситуацію у фізиці початку століття ХХ, коли відбувалася зміна її концептуальних рамок та доповнення класичної фізики квантовою. У цих умовах важливим стає пошук відповідних концептуальних засад прийняття національних та регіональних програм сталого розвитку. Для визначення шуканих засад та стратегій був проведений порівняльний аналіз загальних тенденцій екофізичного розвитку етнічних, екологічних, демографічних та містобудівних систем різного рівня їх ієрархічної цілісності.

Відповідно до концепції етногенезу Л. Гумельова, життєвий цикл етносу, рис. 1.А складає певну послідовність етапів: зростання (І етап), нетривкої стабілізації (ІІ), занепаду (ІІІ, ІV) та відродження (V). Цей цикл, як правило, триває 1000-1200 років. Проте, в наш прискорений час СРСР пройшов його за 74 роки. Наприкінці циклу етнос або щезає, внаслідок депопуляції, або розпадається на декілька етнічних угруповань або входить у фазу гомеостазу (V), на якій може пізнати й етнічну регенерацію [6, с.46,73,121].

Щодо екологічної теорії. Експериментально встановлено закономірність саморегульованого розвитку екосистем, відповідно до якої популяції будь-яких видів, потрапивши у сприятливі умови середовища, можуть швидко збільшувати свою чисельність, рис. 1.Б, І етап [7]. За рахунок інерції чисельність значно перевищує виміри ємності середовища (Ia), що стає причиною екологічної кризи та деградації довкілля. У період кризи (ІІ) умови середовища стають несприятливими для зростання чисельності, що викликає її зниження до більш низького рівня, ніж рівень ємності (ІІІ). Настає депопуляція, під час якої середовище поступово відновлюється. Його умови знову стають сприятливими (ІV), в наслідок чого зростає й чисельність (V). Популяція може увійти в фазу

стабілізації (VI) – стан динамічної екологічної рівноваги, за умови більш повільного зростання чисельності. У стані рівноваги – екологічно збалансованого та сталого розвитку – можливе умовно нескінченне у часі, існування популяції на даній території за умови коливання її чисельності у припустимому сталістю екосистеми діапазоні на рівні її ємності за рахунок самовідновлення ресурсів середовища [4, с.165,195; 5, с.130].

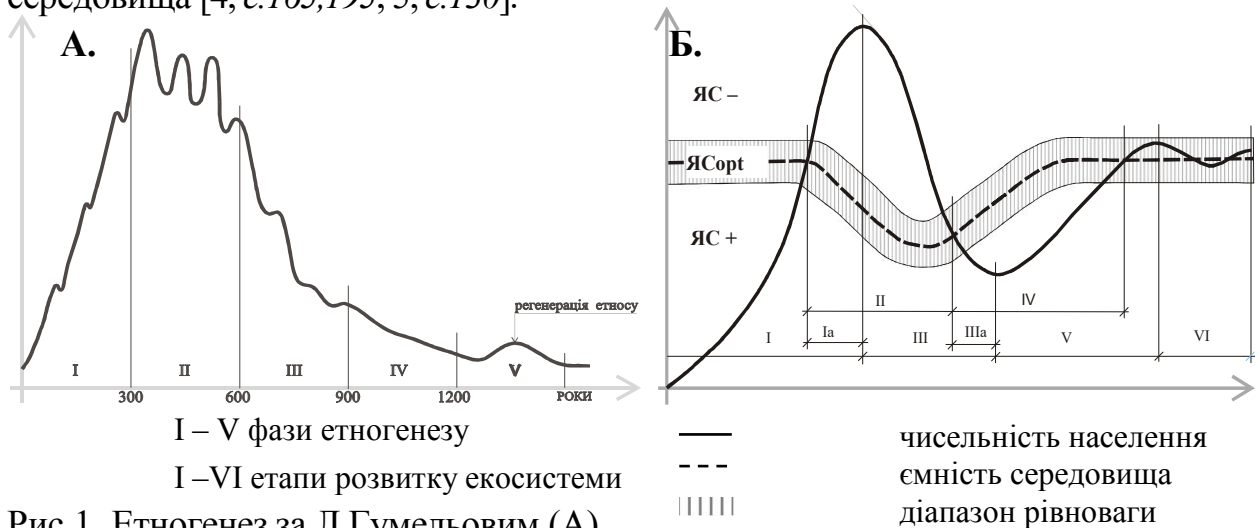


Рис 1. Етногенез за Л.Гумельовим (А), екосистемна саморегуляція за В.Дольником (Б).

Подібне явище, так званий «демографічний перехід», пізнає в наш людство. Означена подія спочатку виявляється різким зростанням населення, потім настільки ж стрімким його зменшенням та стабілізацією чисельності, рис. 2.А. Демографічний перехід супроводжується економічним піднесенням, урбанізацією та постарінням населення. Цей перехід завершився вже у розвинених країнах світу, в наш він довершується у країнах, що розвиваються. Результатом переходу має стати новий режим розвитку людства [8].

Збіжні етапи розвитку виділено й Дж.Форестером у досліджуваній ним динаміці розвитку міста, як соціальної системи, що розташована у «...безкраїм зовнішнім середовищі» [9, с.13,14,26]. Відповідно до його результатів, урбанізована територія – система, в якій взаємодіють населення, підприємництво та житловий фонд – є саморегульованою системою, що прагне до стану рівноваги [9, с.118,139]. При цьому, поки місто проходить свій 250-ти річний цикл: від зростання через стагнацію до рівноваги, його структурно-функціональні елементи зазнають якісних та кількісних змін, рис. 2.Б [9, с.15,16].

Порівняльний аналіз загальних тенденцій розвитку етно-, еко-, демо- та урбосистем засвідчив, що в усіх моделях присутні етапи бурхливого зростання, ресурсної кризи, занепаду та стабілізації, які супроводжуються послідовною зміною умов розвитку та чисельності населення. Себто в основі розвитку лежить єдина термодинамічна модель, що виявляється у послідовній зміні фаз та фазових

переходів. Поняття ж «етнічний гомеостаз», «стабільне населення» та «рівновага урбанізованих територій» розкривають суть єдиного явища – екологічну рівновагу у взаємодії населення із середовищем. Розвиток розглянутих систем є коливальним процесом, у якому відсутній критерій кращого, є ритм зміни станів, більша або менша напруженість, швидкість та потенціал розвитку.

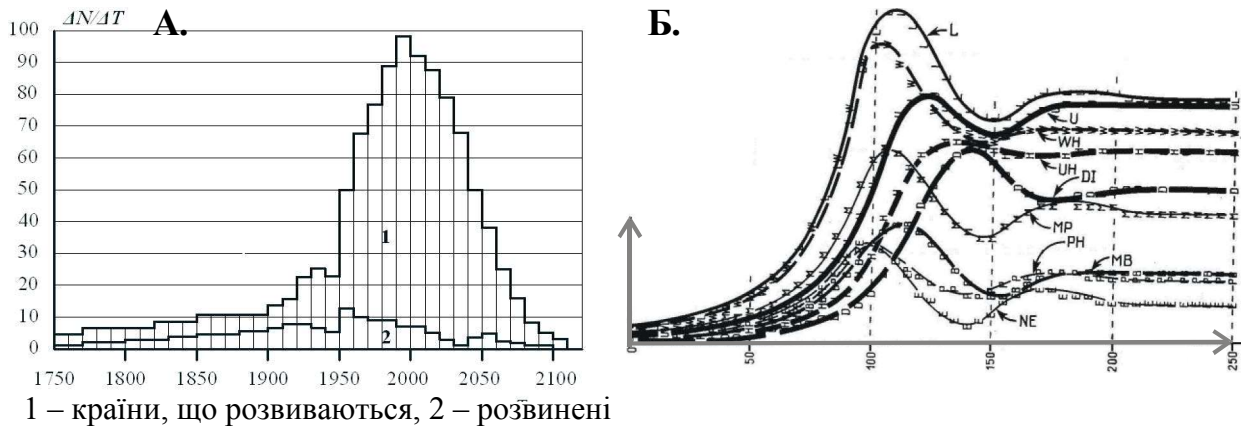


Рис. 2. Демографічний перехід за даними ООН (А), розвиток міст за Дж.Форрестером (Б).

Щодо кількісного визначення означеного потенціалу, який, як з'ясовано, зумовлено характером взаємодії населення із середовищем, то слід зауважити, що загальною мірою взаємодії є енергія (*enérgeia* – від грецької дія, діяльність). У фізиці, як відомо, існують дві «великі формули» визначення енергії. Перша, це – формула Ейнштейна, згідно з якою, енергія зростає разом зі зростанням маси тіла:  $E = mc^2$ . Друга, це – формула Планка, відповідно до якої, енергія зростає разом зі зростанням частоти випромінювання:  $E = h\nu$  [10, с.160]. Й звернення тут до фізики не є випадковим [11-14]. При уважному розгляді графіків, рис. 1, 2 можна помітити, що динаміка початкових етапів розвитку порівнюваних систем нагадує зростання енергії за законом  $E = mc^2$ . Динаміку ж останніх етапів можна порівняти зі зростанням енергії за законом  $E = h\nu$ . Цей умовивід співпадає із феноменологічною теорією С.Капиці [8].

Щодо аналогії із фізикою релятивізму. За результатами досліджень С.Капиці, зростання населення Землі має вибуховий, гіперболічний характер, рис. 3.А [8]. В обох випадках діють нелінійні закони зростання у режимі із загостренням. В теорії відносності має місце загострення по швидкості, у феноменологічній теорії – загострення по часу (2012 – 2025 роки). Зростання населення планети завжди йшло за квадратичним законом, наприкінці ж часу вибухового зросту, настає критичний період зміни парадигм та стратегій розвитку. Перехід до нової парадигм має призвести до глибоких якісних змін світосприйняття та нової стратегії розвитку людства [8]. Схожі результати отримано й в Інституті прикладного системного аналізу НАН України, рис.3.Б [15]. За даними

М. Згуровського, у період із 705 року до нашої ери по теперішній час, світовий розвиток нараховує шість хвиль системних світових конфліктів, тривалість яких з часом зменшується, а інтенсивність зростає за гіперболічним законом. Співвідношення тривалості хвиль коливаються навколо значень «золотої пропорції», а їх плин підпорядкований закону зміни елементів рядів Фібоначі [15, с.33-34]. Сьома хвиля або «конфлікт XXI століття», може мати (якщо дозволить нам час) проміжок із 2010 по 2092 рік [15, с.35]. Однак, при  $n > 6$  для  $C_n$  хвиль конфліктів послідовність Фібоначі вироджується. Природно виникає питання: що може відбутися з людством? Можливо, настає завершальний цикл якогось еволюційного ряду і тому «...історичний час стискається у винятково короткий інтервал...» [8, с.10].

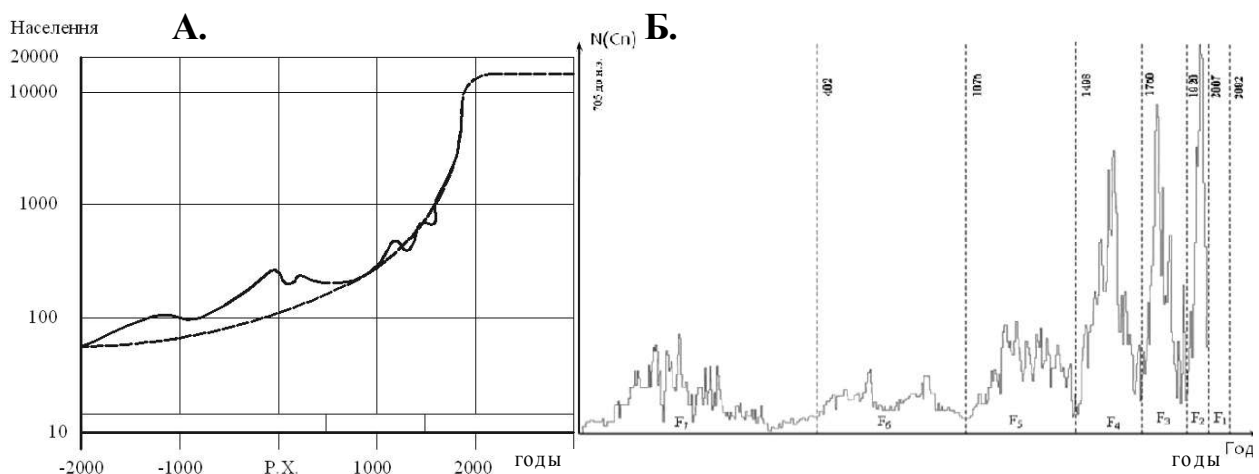


Рис. 3. Математична модель зросту населення Світу за С. Капицею (А), хвилі світових системних конфліктів за М. Згуровским (Б).

Щодо квантових аналогій: «стискання» часу у період демографічного переходу зумовлює «стикування» релятивістської та квантової механік. За С.Капицею, перехід до квантових уявлень відбувається тоді, коли безперервність зміни стану системи визначається квантовими умовами. У випадку зі «...зростанням населення це відбувається, коли час зміни системи стає порядку характерного часу людини...» [8, с.10]. В умовах, коли швидкість приросту протягом покоління стає порівняною із чисельністю населення світу, самоподібність зростання порушується, демографічна система набуває нестационарного стану й виникає критичний перехід від гіперболічного типу розвитку із режимом з загостренням до іншого (може макроквантового?). Математичний аналіз С.Капиці свідчить, що після переходу стабілізований розвиток людства стає асимптотично сталим [8].

З вищевикладеного постає, що кількісне зростання властиве лише початковим етапам розвитку екосистем, на яке ними витрачається майже весь доступний для цього потік енергії [4, с.213]. Означене зумовлює збіг мети економічного

піднесення з інтересами розвитку „молодих ” екосистем. Для „зрілих ” же систем, сприятливою стає стабілізація кількісного зростання й адаптація до розвитку в умовах обмеженості ресурсів. На цьому етапі, який, як вже зазначалось, може тривати невизначено довго у часі, стратегія кількісного зростання змінюється стратегією максимальної схоронності екосистемної цілісності. Відтепер майже увесь потік доступної енергії витрачається на підтримку екосистеми [4, с.213-215]. На цьому етапі екологічне стає економічним [5, с.164]. Отже наявність двох визначень сталості не є випадковим. Економічне розуміння сталості відображає тенденцію кількісного зростання екосистем в умовах запасу їх ємності. Екологічне уявлення – тенденцію якісних перетворень в умовах вичерпання ємності. За неоднозначністю ж ідеологій сталості та зміною парадигм мислення прихована оберненість етапів у циклах коливального розвитку екосистем.

Щодо управлінських стратегій. Слід зазначити, що вирішення екологічних проблем ускладнено сьогодні й тим, що предмет екології, як правило, підмінений предметом охорони середовища й за лавиною інформації про забруднення та деградацію компонентів середовища ховаються знання про те, як улаштована Природа і які процеси роблять її придатною для життя. Розгляд загальних тенденцій екосистемного розвитку на різних рівнях їх структурно-функціональної цілісності: від окремих міст та етносів до людства в цілому, виявило певні паралелі із процесами, що належать до «різних фізик» [11-14].

Фізика, в рамках предметно орієнтованого знання, є наукою про природу; біологія – наукою про живу природу; екологія, у буквальному значенні – наукою про організми у себе вдома, що вивчає властивості та встановлює закономірності об'єднаної взаємодії живої та неживої природи [4,5]. Себто по суті, екологія є «теорією великого об'єднання» біотичної та абіотичної взаємодії [12-14]. Фізична теорія, що прагне на єдиній основі описати всі чотири фундаментальні фізичні взаємодії: сильне, слабе, електромагнітне та гравітаційне дістала назву теорії суперсиметрії або супергравітації [16, с.44].

За В. Вернадським, глобальна екосистема Землі перебуває у стані динамічної рівноваги й характеризується повільною зміною своїх системних параметрів [17]. Аналогічне постулює й сучасна фізика, згідно з якою «...стабільність основних структурних елементів Всесвіту – ядер атомів, зірок і галактик – у край критична, стосовно числових значень констант», порівняно невеликі зміни яких «могли б призвести до формування якісно іншого світу, в якому, зокрема, було б неможливим утворення...життя» [16, с.4].

Як з'ясовано, закономірність саморегуляції визначає й розвиток урбанізованих територій [9,11]. У цьому аспекті освоєння територій стає цілеспрямованим й прогнозованим, а, отже, й керованим процесом із заданими параметрами цілі – сталий розвиток у діапазоні екологічної рівноваги [12-14].

Стан рівноваги описується відношенням симетрії – пропорцією 1:1 між чисельністю населення та ємністю середовища (у припустимому 10 % діапазоні відхилення [5, с.194]). Співвідношення ж 1:1 є фундаментальною безрозмірною константою сильної взаємодії у фізиці [16, с.202].

Щодо слабкої взаємодії, яка відповідальна за радіоактивний розпад ядер та помірне горіння Сонця (джерела енергії та рушійної сили екосистеми Землі): в період демографічного переходу синхронізація часів людини й людства призводить до порушення самоподоби зростання. Надмірна не стаціонарність поблизу моменту загострення призводить до загрози стохастичного, «радіоактивного» розпаду складних структур [18, с.23].

Щодо гравітації. В екологічній теорії процес урбанізації є подібним стратегії утворення безпечних поселень, відповідно до якої, збирання в природному місті має для популяції свої переваги у вигляді підвищеної життєздатності групи (обумовлені кооперацією) та свої недоліки у вигляді стресів (викликані переущільненням місцеперебування, посиленням конкуренції за ресурси середовища, його забрудненням і деградацією) [4, с.64]. Згідно із принципом екологічно оптимальної щільності, недонаселеність простору існування несприятлива для стабільності популяції, як і його перенаселеність [4, с.62; 5, с.85]. Отже, урбанізація сприятлива для населення лише у певному діапазоні, межі якого, як з'ясовано, обумовлені демографічної ємністю середовища (згідно Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» ст.51,59, визначення цієї ємності є обов'язковим при плануванні розвитку міст та регіонів).

Подібне постулює й антропологічний принцип сучасної фізики, який вимагає, щоб середня щільність речовини у Всесвіті була близька до критичної  $\rho \approx \rho_{кр}$ . Оскільки при  $\rho \ll \rho_{кр}$  не було б конденсації речовини у зірки й галактики, а при  $\rho \gg \rho_{кр}$  час існування Метагалактики був б настільки малим, що в ній не встигло б розвинути життя [16, с.225]. Отже, антропологічний принцип і принцип екологічно оптимальної щільності по суті тотожні. «Як не дивно, але між біологічною еволюцією й еволюцією Всесвіту є багато спільного. Формування біологічних видів і створення планет – це створення нової інформації... Конкуренція ж та природний добір властиві як живий, так і неживій природі. Гравітаційні неоднорідності, що дали поштовх формуванню зірок та планетарних систем, конкурували один з одним за матеріал, що конденсується» [16, с.224]. Збіжним чином за населення прилеглих територій конкурують й міста: «...коли умови в місті сприятливіші ніж, у навколишнім середовищі, тоді в ньому концентруються люди й підприємницька діяльність» [9, с.28]. Потік людей у місто «...буде тривати доти, доки не наступить перенаселення. Будучи не в змозі впоратися з перенаселеністю, місто втрачає свою привабливість...» [9, с.128]. Й отут за його населення починають «конкурувати» інші міста, регіони, країни [14].

В екологічному аспекті, зростання – скорочення чисельності відповідає вичерпанню – відновленню демографічної ємності. У містобудівній площині, означений процес виявляється у збільшенні – зменшенні щільності населення. В екологічному сенсі сприятливі умови економічного піднесення зумовлені запасом ємності середовища, «недонаселеністю» території; несприятливі – вичерпанням ємності, її перенаселеністю. Сприятливі умови мають певний «магнетизм», що приваблює населення й призводить до зростання чисельності (природного, механічного). Відповідно, несприятливі умови – «відштовхують» населення, що виявляється у зниженні чисельності [12,14].

Щодо електромагнетизму. Досліджуючи властивості й математично описуючи тенденції розвитку урбанізованих територій, як еколого-містобудівних систем (ЕМС), встановлено певний збіг періодичності змін її ключових параметрів та інших фізичних величин, які мають хвильову природу [10,12]. Здавалось би, коливання маятника нічим не схожі на розряд конденсатора через котушку індуктивності, і, тим більше, на динаміку розвитку регіонів. Утім урбоєкологічні процеси, механічні й електромагнітні коливання коряться однаковим кількісним законам. Означене виявляється тоді, коли цікавитися не тим, що коливається: вантаж на пружині, струм в електричному колі або чисельність населення регіону, а тим як відбуваються коливання. Подібність відноситься не до природи величин, що періодично змінюються, а до процесів їх змін [10,18].

За етапами розвитку ЕМС періодично змінюються співвідношення ємності та чисельності населення ( $E/H$ ), а також динаміка чисельності ( $\Delta H$ ), рис. 1.Б. При вільних механічних коливаннях тіла, що є закріпленим на пружині, періодично змінюються його координата ( $x$ ) та проекція швидкості ( $v_x$ ), при електромагнітних – заряд конденсатора ( $q$ ) та сила струму ( $i$ ), рис. 4 [10, с.28].

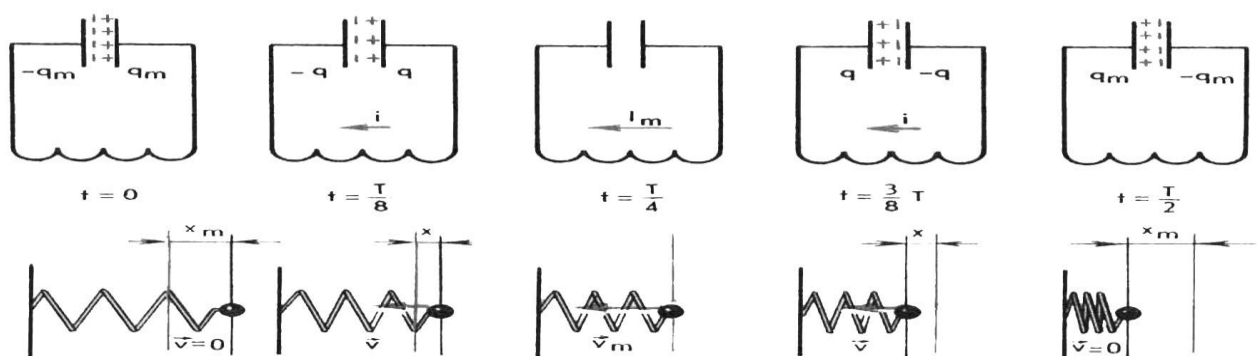


Рис. 4. Аналогія між механічними та електромагнітними коливаннями

Неживі фізичні системи є врівноваженими одвіку. Зі стану рівноваги вони виводяться: у механіці – за допомогою відхилення; в електричному контурі – в процесі зарядки конденсатора. Живі системи спочатку не є врівноваженими, проте досягнення рівноваги, як правило, є метою їх розвитку [4-7]. Повернення тіла на



пружині до рівноваги викликається силою пружності ( $F_x = -kx$ ), яка пропорційна зсуву тіла від положення рівноваги. Коефіцієнтом пропорційності тут є жорсткість пружини ( $k$ ). Розрядка конденсатора (поява струму) обумовлена напругою ( $u$ ) між пластинами конденсатора, яка пропорційна заряду ( $q$ ). Оскільки ( $u = q/C$ ), то коефіцієнтом пропорційності тут стає величина зворотна ємності ( $1/C$ ) [10, с.28].

Освоєння території призводить до вичерпання її демографічної ємності та зростання чисельності населення, що може бути порівняне із розрядкою конденсатора та появою струму в електричному колі. Зростання чисельності зумовлене резервом ємності (наявністю ресурсної можливості середовища вмістити й нагодувати певну чисельність стабільного населення [6,7,11]). Отже зростання чисельності обумовлене своєрідною напругою – різницею потенціалів між можливим екологічним (ємність) та реалізованим демографічним (чисельність населення) потенціалами території. Повернення ЕМС до стану рівноваги викликається опором середовища ( $1-H/E$  [4, с.34]). Цей опір породжується своєрідною індуктивністю зростання чисельності й посилюється у міру того, як виміри чисельності наближаються й перевищують виміри ємності. Коефіцієнтом пропорційності тут стає співвідношення ( $1/E$ ), яке визначає й «жорсткість середовища» [4, т.1, с.60], Означене виявляється мінливістю малих та відносною сталістю великих екосистем [4,5]. Себто поступове збільшення територіальних меж містобудівного об'єкту: від окремого міста, міської агломерації до регіонів, їх груп та територій країн є своєрідним «регулюючим пом'якшенням» середовища існування людини містобудівними заходами.

Внаслідок інертності, тіло лише поступово збільшує швидкість під дією сили й ця швидкість не відразу стає рівною нулю після припинення дії сили. Аналогічно й електричний струм у котушці, за рахунок самоіндукції, збільшується під дією напруги поступово та не зникає відразу, коли ця напруга стає рівною нулю, рис. 4 [10, с.28]. Так само й чисельність населення в сприятливих умовах середовища, що зумовлені запасом ємності, зростає поступово і не скорочується (стабілізується) одразу, коли ємність вже вичерпано, рис.2.Б. Запізнення в часі процесів зростання-скорочення чисельності в сприятливих-несприятливих умовах середовища обумовлене інерційністю ЕМС. Означена затримка властива усім популяціям, які мають складні життєві цикли та тривалий період індивідуального розвитку [4, с.35].

Отже індуктивність контуру ( $L$ ) виконує ту ж саму функцію, що й маса тіла ( $m$ ) в механіці, в ЕМС їх аналогом є чисельність населення ( $H$ ). Відповідно до цього, кінетичній енергії тіла ( $mv_x^2/2$ ) відповідає енергія магнітного поля струму ( $Li^2/2$ ) й реалізована енергія ЕМС ( $H_\Delta H^2/2$ ). Зарядці конденсатора відповідає повідомлення тілу, що є скріпленим із пружиною, потенційної енергії ( $kx_m^2/2$ ) при зсуві його від положення рівноваги на відстань ( $x_m$ ). В конденсаторі цій енергії

відповідає енергія електричного поля ( $q_m^2/2C$ ) [10, с.29]. У явищі саморегуляції початковій координаті ( $x_m$ ) відповідають кінцеві – цільові параметри екологічно безпечного, збалансованого та сталого розвитку ЕМС – максимальна чисельність її стабільного населення ( $H_m$ ), яку визначають виміри демографічної ємності ( $E$ ). Себто територія є своєрідним «природним конденсатором енергії Сонця», що має певний максимальний заряд ( $q_m$ ) або демографічну ємність ( $E$ ). Моменту, коли конденсатор розрядиться ( $q=0$ ) й сила струму досягне максимуму ( $i_m$ ), відповідає проходження тіла, що є скріпленням із пружиною, через положення рівноваги з максимальною швидкістю ( $v_m$ ). Далі конденсатор починає перезаряджатися ( $+q \rightarrow -q$ ), а тіло – зміщатися у протилежну сторону. По закінченні половини періоду ( $T/2$ ) конденсатор повністю перезарядиться ( $+q_m \rightarrow -q_m$ ) і сила струму стане рівною нулю ( $i=0$ ). Цьому стану відповідає відхилення тіла в граничне, стосовно первісного, положення де його швидкість також стає рівною нулю, рис. 4. Перезарядження конденсатора відповідає зміні параметрів запасу – вичерпання ємності та характеристик якості середовища ( $\pm$ ). Коли умови середовища «перезаряджаються» та стають екологічно несприятливими, динаміка чисельності спочатку стає рівною нулю ( $\Delta H=0$ ), а потім набуде й від'ємних значень ( $\Delta H<0$ ), див. рис. 1.Б. Відповідності, що розглянуто, зведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Аналогія між механічними та електричними величинами та показниками розвитку еколого-містобудівних систем (ЕМС)

Механічні	Електричні величини	Показники розвитку ЕМС
маса ( $m$ )	індуктивність ( $L$ )	чисельність населення ( $H$ )
координата ( $x$ )	заряд ( $q$ )	ємність = максимальна чисельність стабільного населення ( $E=H_m$ )
швидкість ( $v_x=x'$ )	сила струму ( $i=q'$ )	динаміка чисельності ( $\Delta H$ чи $H'$ )
прискорення ( $a_x=x''$ )	електромагнітні коливання у контурі ( $q''=-q/LC$ )	швидкість зростання-скорочення чисельності ( $\Delta H'$ чи $H''$ )
сила пружності ( $F_x=-kx$ )	опір контуру ( $R$ )	опір середовища ( $1-H/E$ )
жорсткість пружини ( $k$ )	величина зворотна ємності ( $1/C$ )	жорсткість середовища ( $1/E$ )
потенційна енергія ( $kx^2/2$ )	енергія електричного поля ( $q^2/2C$ )	потенційна енергія ( $E/2$ ) <sup>1</sup>
кінетична енергія ( $mv_x^2/2$ )	енергія магнітного поля ( $Li^2/2$ )	реалізована енергія ( $H\Delta H^2/2$ ) <sup>2</sup>

Примітки. 1. Узгоджується із даними Ю.Одума: «оптимальна підтримуюча ємність, яка здатна зберігатися довгий час, незважаючи на примхи середовища, нижче теоретично максимальної, можливо, на цілих 50%» [4, т. I, с. 180];

2. Може певною мірою пояснити згадувану вже привабливість урбанізованої території.

Якби не було втрат енергії, коливальний процес в електричному контурі тривав би скільки завгодно у часі, й коливання були б незатухаючими. Означена дефініція схожа із наведеним раніше визначенням екологічної рівноваги. В дійсності ж втрати енергії неминучі. Вони зумовлені опором контуру, в якому відбувається перетворення енергії електромагнітного поля у внутрішню енергію провідника. При відсутності опору, повна енергія електромагнітного поля зберігалася б й дорівнювала (див. табл.1) [10, с.28]:

$$W = Li^2/2 + q^2/2C = q_m^2/2C = Li_m^2/2 \quad (1).$$

І тут доречно ще одна аналогія. Як відомо, електромагнітні хвилі існують тому, що змінне магнітне поле породжує змінне електричне поле й навпаки [10, с.20-21]. Як зазначено, кожна територія має певну демографічну ємність, запас якої зумовлює зростання, а вичерпання – скорочення чисельності населення (вірогідно це й породжує своєрідні «хвилі розвитку», рис. 1-3). При освоєнні території її ємність вичерпується – «конденсатор розряджається», а чисельність населення, кількість та привабливість міст зростає (до певної межі). Відбувається своєрідне перетворення потенційної енергії території регіону в реалізовану енергію його міст, які ніби «кристалізуються» із часом у просторі. Отже «електричне поле» регіону своєрідним чином породжує «магнітне поле» мережі його населених міст. За аналогією із повною енергією електромагнітного поля, формула (1), повна енергія ЕМС може бути визначена наступним чином:

$$W_{EMC} = H_{\Delta}H^2/2 + E/2 = E = H_{\Delta}H_m^2/2.$$

Вищевикладене узгоджується із головним постулатом теорії відносності, згідно з яким, у всіх інерційних системах відліку всі процеси плинуть однаково й в усіх таких системах фізичні закони мають однакову форму [10, с.135]. Означене вказує на можливість наукового прогнозування, планування та цілеспрямованого управління розвитком урбанізованих територій.

Аналогії, що викладено, свідчать про те, що:

- екосистемна саморегуляція, яка певною мірою схожа на «самоіндукцію просторово-часового розвитку», властива й розвиткові урбанізованих територій, як еколого-містобудівних систем;

- екологічні проблеми урбанізації є природним етапом життєвого циклу коливального розвитку екосистеми населення–середовище, що прагне до стану рівноваги – головної умови сталого розвитку, мети та кінцевого етапу певного циклу, який може тривати невизначено довго у часі перед початком нового циклу розвитку на іншому рівні її ієрархічної цілісності;

- екосистеми, які є надскладними системами, лише метастабільно сталі, щоб підтримувати свою цілісність й періодично долати тенденцію до стохастичного розпаду, вони мають існувати в коливальному режимі, який дозволяє гальмувати процеси та встановлювати загальний темп розвитку компонентів усередині цих систем;

- в екодинаміці розвитку регіону, як у будь-якому коливальному процесі, відсутній критерій кращого, є тільки ритм зміни станів, більша або менша напруга, швидкість та потенціал розвитку, означений потенціал визначено його екологічним віком, який, у свою чергу, зумовлюють параметри запасу–вичерпання демографічної ємності;

- в екофізичному контексті, явище урбанізації має й певні «супергравітаційні» властивості «великого об'єднання» чотирьох типів фундаментальної взаємодії у фізиці.

Стратегії екологічно сталого просторово-часового розвитку урбанізованих територій (більше половини населення Світу й майже 70% населення України мешкає у містах) пропонується будувати на засадах відповідності:

- фази розвитку (початкова – зростаюча, кінцева – що трансформується) та рівня територіальної цілісності екосистеми населення–середовище, що регулюється (регіон, країна);

- економічних програм та екологічних стратегій розвитку, що змінюються у часі та просторі й зумовлені вимірами демографічної ємності території;

- темпів коливального розвитку екосистеми населення–середовище та її структурних компонентів – територіальних землегосподарських, соціальних, демографічних та містобудівних систем.

Ґрунтуючись на вищевикладеному, національні та регіональні стратегії екологічно безпечного, збалансованого та сталого розвитку пропонується розробляти з урахуванням потенціалів природного зросту регіонів «молодих екологічних віків», що мають запас демографічної ємності. Означені регіони було виявлено при дослідженні можливостей, напрямків і параметрів сталого розвитку України. Екологічний вік та потенціал «мозаїчності асинхронного розвитку» регіонів, як еколого-містобудівних систем, визначено на засадах порівняння чисельності населення із параметрами їх демографічної ємності (розраховано за методикою автора). Означене дозволило провести регіоналізацію території України (рис. 5.А) й запропонувати принципову модель трансформації планувального каркаса розселення (рис. 5.Б), що забезпечує просторові умови екологічно сталого, збалансованого й безпечного розвитку країни, для якої питання стабілізації чисельності населення набуває ознак провідного орієнтиру й у сфері її національної безпеки.

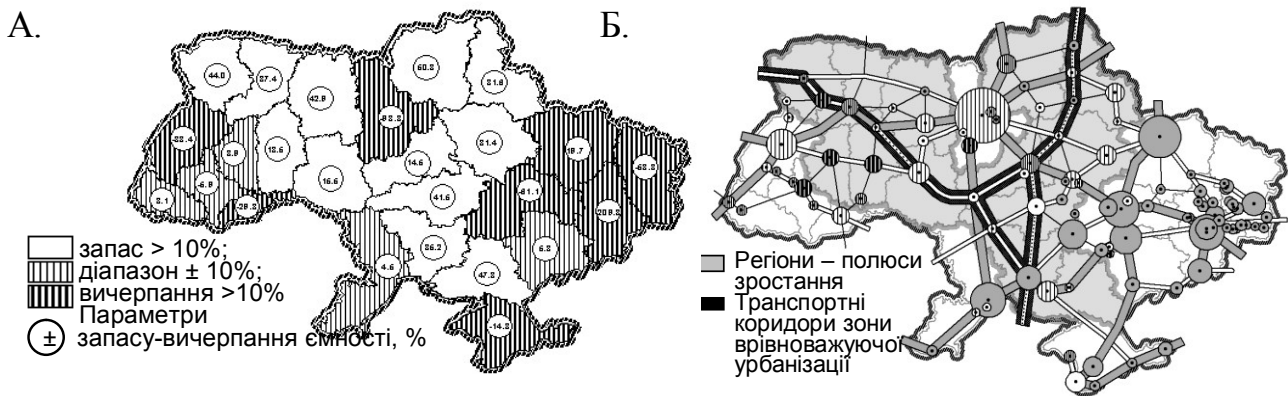


Рис.5. Еколого-містобудівна регіоналізація території України (А) та планувальний каркас зони врівноважуючої урбанізації (Б)

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю., Основи екології: Підручник. –К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Кавтарадзе Д. Природа: от охраны - к заботе? // Знание-сила. - 1990. - 3. - С. 9-13.
3. Хесле В. Философия и экология: Пер. с нем. - М.: АО «Ками», 1994. - 192 с.
4. Одум Ю. Экология: В 2 т.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986.–328+376 с., Т. 2.
5. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал «Россия молодая», 1994. - 367 с.
6. Гумилев Л.Н. География этноса в исторический период. -Л.: Наука, 1990. 270 с.
7. Дольник В. Р. Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей? // Природа. -1992. - № 6. - С. 3-16.
8. Капица С.П. Синергетика и демография [http://www.uni-dubna.ru/~mazny/students/site2/ideal\\_6.htm](http://www.uni-dubna.ru/~mazny/students/site2/ideal_6.htm)
9. Форрестер Дж. Динамика развития города: Пер. с англ. -М.: Прогресс, 1974.-286 с.
10. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. для 11 кл. ср. шк. –М.: Просвещ., 1993. -254с.
11. Устінова І.І. Еколого-містобудівне обґрунтування сталого розвитку урбанізованих територій України. Автореф. Дис.к.арх.: 18.00.04 / КНУБА -К., 2005.-19 с.
12. Устінова І.І. Екологічні паралелі фізичних законів у процесах розвитку еколого-містобудівних систем // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. -К.: КНУБА. -2007. Вип.18. -С.184-191.
13. Устінова І.І. Фізичні паралелі екологічно безпечного розвитку // Сучасні проблеми архітектури та містобудування.-К.: КНУБА.-2008. Вип.20.-С. 229-233.
14. Устінова І.І. Еко-фізичні подібності процесу урбанізації // Сучасні проблеми архітектури та містобудування.-К.: КНУБА. -2009. Вип.22. – С.293-298.

15. Згуровский М.З., Гвишиани А.Д. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей (2005-2007/2008 годы). -К.: Издательство «Политехника», 2008. - 331с.
16. Спиридонов О.П. Фундаментальные физические постоянные: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 238 с.
17. Вернадский В. И. Живое вещество. - М.: Наука, 1978. - 358 с.
18. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. М.: КомКнига, 2005.-240 с.

#### АННОТАЦИЯ

Изложены результаты исследования основ и стратегий устойчивого развития человечества в экофизическом значении этого явления.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экосистемная саморегуляция, экологическое равновесие, демографическая емкость, эколого-градостроительные системы.

#### ANNOTATION

The research results of bases and strategy of a sustainable development of humanity in ecophysical meaning of this phenomenon are stated.

Key words: sustainable development, self-control, ecological balance, demographic capacity, ecology-town-planning systems.

УДК 711.455

**С. В. Шешукова**  
*архітектор НДПІ містобудування*

### **ЗАВДАННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПЛАНУВАЛЬНОГО ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ГРОМАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В КУРОРТНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОНАХ**

Анотація: в статті розглянуто принципи формування систем громадського обслуговування, їх планувальна структура, наведено сценарні моделі курортно-рекреаційного процесу, проаналізовано архітектурно-ландшафтні прийоми організації середовища громадського обслуговування для кожної системи.

Ключові слова: система громадського обслуговування, сценографія, візуальні одиниці ландшафту.

Планувальна структура системи громадського обслуговування та її просторові форми мають індивідуальний характер в залежності від розміру курортно-рекреаційної зони, профільного напрямку розвитку (лікування, туризм, екскурсії, дитячий та молодіжний відпочинок тощо), містобудівної