

УДК 711.122:504

І.І.Устінова

ЕКО-ФІЗИЧНІ ПОДІБНОСТІ ПРОЦЕСУ УРБАНІЗАЦІЇ

Неоднозначне розуміння суті процесу переходу біосфери у стан керований людським розумом визначило різне ставлення до Природи, що обумовило виникнення проблем, які нині визначаються як екологічні. Суть хибного розуміння сформульована гаслом «ми не можемо чекати благостинь від природи...», під яким зросло не одне покоління людей, які приймають геологічні за масштабом та катастрофічні за суттю управлінські рішення (таких як план повороту північних річок чи каскад водоймищ на Дніпрі). Вирішення екологічних проблем ускладнено сьогодні тим, що предмет екології, як правило, підмінений предметом охорони середовища. І тут починаються труднощі: взаємозв'язок біосферних явищ щезає, мир стає розчленованим, і ці частини не складаються в Єдине Ціле. За лавиною інформації про забруднення та деградацію компонентів середовища ховаються знання про те, як улаштована Природа і які процеси роблять її придатною для життя. Чому ж треба вчити, щоб нові покоління не наробили ще більш серйозних помилок? Відповідь проста – вчити треба виробленню світогляду [1-3].

Науковим підґрунтям формування такого світогляду, безумовно, є вчення про біосферу В.І.Вернадського, відповідно до якого, глобальна екосистема Землі перебуває у стані динамічної рівноваги й характеризується повільною зміною своїх системних параметрів. 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 привести до формування якісно іншого світу, в якому, зокрема, було б неможливим утворення... життя» [4, с.4].

Вчення Вернадського розвинуто концепцією екосистемної саморегуляції, яка базується на закономірності, що виявлено сучасною експериментальною екологією [3]. Відповідно до закономірності, кожна територія має певну демографічну ємність, запас якої визначає зростання, а нестача – скорочення чисельності її населення (рис.1). Поняття ж «демографічний вибух» (етап I), «екологічна криза» (етап II), «депопуляція» (етап III) та «стабілізація чисельності населення» (етап VI) відбивають різні етапи розвитку екосистеми населення-середовище, її динаміку та прагнення до стану екологічної рівноваги – мети та кінцевого етапу певного циклу розвитку (див.рис.1, етап VI).

Дослідження [5] виявили, що означена закономірність, суть якої ідентична закону внутрішньої динамічної рівноваги Н.Ф.Реймерса [6, с.61-63], визначає й розвиток урбанізованих територій (міст та урбанізованих регіонів), як еколого-

містобудівних систем (ЕМС). У цьому аспекті розвиток цих систем стає цілеспрямованим та прогнозованим, а, отже, й керованим процесом із заданими параметрами цілі – сталий розвиток у діапазоні коливальної рівноваги.

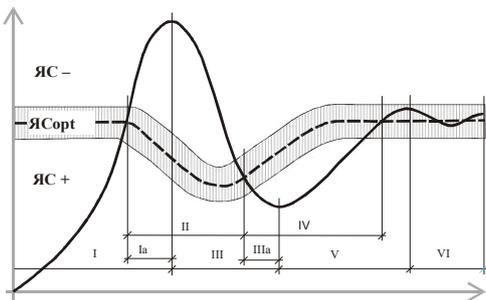


Рис. 1. Закономірність саморегуляції екосистем
 ЯС (\pm , opt) – чисельність населення —
 ЯС_опт – ємність середовища - - -
 III – діапазон рівноваги IIII – характеристики якості середовища
 I – VI – етапи розвитку

Тут слід відзначити, що в рамках предметно орієнтованого знання, «фізика» є наукою про природу, «біологія» – наукою про живу природу. «Екологія» ж, у буквальному значенні – наукою про організми «у себе вдома», що вивчає властивості та встановлює закономірності об'єднаної взаємодії живої та неживої природи. Себто по суті, екологія є «теорією об'єднання» біотичної та абіотичної взаємодії, яка робить нашу планету населеною. Сучасна фізична теорія, що прагне описати на єдиній основі всі чотири фундаментальні фізичні взаємодії – сильне, слабке, електромагнітне та гравітаційне – дістала назву теорії суперсиметрії або «супергравітації» [4, с.44].

Дивним є те, що основні види екологічних та фізичних взаємодій, а також їхні константи, включаючи й розмірність фізичного простору, певним чином виявляються в процесі урбанізації. «Екосистемне» дослідження урбанізації, яку, як правило, розуміють як процес зростання та підвищення ролі міст у розвитку суспільства, базувалося на модельному та аналоговому описі функціональних взаємозв'язків між основними компонентами еколого-містобудівних систем – населенням (Н – основний параметр чисельність) та середовищем (С – основний параметр ємність). Означене представлено «кільцевою» моделлю, яка акцентує увагу на балансі сил – антропогенному навантаженні та екологічній реакції середовища (рис. 2).

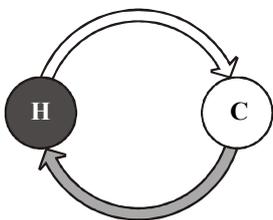


Рис. 2. Структурно-функціональна модель регіону як ЕМС
 $\Rightarrow \Leftarrow$ антропогенне навантаження, екологічна реакція

Відповідно до закономірності та результатам дослідження, у рівноважному стані функціональна взаємодія описується співвідношенням симетрії основних параметрів компонентів

системи – пропорцією 1:1 чисельності населення та ємності середовища. Це співвідношення, в 10 % діапазоні відхилення [6, с.188], є екологічним критерієм сталого розвитку. Необхідно відзначити, що співвідношення 1:1 є й фундаментальною безрозмірною константою *сильної* взаємодії [4, с.202].

Модельний опис будь-якої екосистеми завжди центрований на її «хазяїна», відносно якого відбувається виділення типів ділянок середовища. Структурно-

територіальна модель ЕМС «коло в колі» із центральним ядром (населенням) наведена на рис.3.

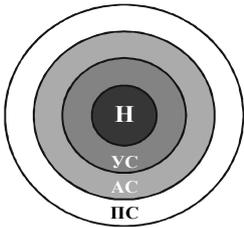


Рис.3. Структурно-територіальна модель регіону як ЕМС

У моделі прийнята наступна територіально-функціональна типізація ділянок середовища: УС – урбанізоване середовище, територія міст; АС – агросередовище, територія ріллі; ПС – умовно природне, решта території регіону.

Результати дослідження встановили, що в стані рівноваги взаємодія між територіальними компонентами ЕМС описується параметрами просторової пропорції 1:3 – між інтенсивно освоєною (територія міст та ріллі) та рештою територією регіону. Необхідно відзначити, що пропорція 1:3 є фундаментальною просторово-часовою *розмірністю* нашого світу (числом Нетер $N=3+1$) [4].

В екологічній теорії процес урбанізації подібний до 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, її забрудненням і деградацією). Відповідно до принципу екологічно оптимальної щільності, недонаселеність простору існування несприятлива для стабільності популяції, як і перенаселеність. Отже, урбанізація сприятлива для населення лише у певному діапазоні, визначення якого важливо для містобудівного регулювання умов сталого розвитку. Відповідно до закономірності саморегуляції, ці межі обумовлені ємністю середовища, резерв якої визначає збільшення, а вичерпання – зменшення чисельності населення. Визначення цієї ємності при плануванні розвитку міст та регіонів, відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст.51,59), є обов'язковим.

Сучасною фізичною теорією встановлено, що причиною, яка зумовила відомі нам властивості Природи, «...є антропологічний принцип, відповідно до якого, Всесвіт має спостережувані властивості тому, що ці властивості припускають можливість існування людини-спостерігача» [4, с.225]. З позицій цього принципу існування всіх чотирьох видів фундаментальних взаємодій (гравітаційного, електромагнітного, сильного, слабого) та числових значень їх фундаментальних сталих є необхідним. Окрім того, антропологічний принцип вимагає, щоб середня щільність речовини у Всесвіті була близька до критичної $\rho \approx \rho_{кр}$ (в екології – до оптимальної), тому що 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 [4, 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» [4, с.224]. Подібним чином за населення прилеглих територій конкурують і міста: «...коли умови в місті сприятливіші ніж, у навколишнім середовищі, тоді в ньому концентруються люди й підприємницька діяльність» [7, с.28]. Потік людей у місто «...буде тривати доти, доки не наступить перенаселення. Будучи не в змозі впоратися з перенаселеністю, місто втрачає свою привабливість...» [7, с.128]. Й отут за його населення починають «конкурувати» інші міста та інші території. Графічною подобою гравітаційної моделі може слугувати й модель на рис.3.

Щодо *електромагнітних* аналогій. Математично описуючи тенденції розвитку регіонів України, як ЕМС, встановлено подібності в періодичності зміни основних параметрів досліджуваної системи (демографічної ємності, чисельності населення, динаміки чисельності й швидкості її зростання), а також інших фізичних величин, що мають хвильову природу (табл.1) [8].

Таблиця 1.

Аналогія коливальних процесів та екодинаміки розвитку територій

Механічні	Електричні величини	Параметри розвитку ЕМС
Маса (m)	Індуктивність (L)	Чисельність населення (H)
Координати (x)	Заряд (q)	Ємність – максимальна чисельність ($E=H_m$)
Швидкість ($v_x = x'$)	Сила струму ($i = q'$)	Динаміка чисельності населення (ΔH чи H')
Прискорення ($a_x = x''$)	Рівняння електромагнітних коливаний ($q'' = -q/LC$)	Швидкість зростання чисельності населення (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 розвитку ($E/2$)
Кінетична енергія ($mv_x^2/2$)	Енергія магнітного поля ($Li^2/2$)	Реалізована енергія розвитку ($H\Delta H^2/2$)

Здавалось би, коливання маятника та розряд конденсатора через котушку індуктивності нічим не нагадують екодинаміку розвитку урбанізованих територій. Однак, як показали результати дослідження, механічні й

електромагнітні коливання, а також урбоекологічні процеси коряться однаковим кількісним законам. Означене узгоджується зі спеціальним розділом сучасної фізики – «фізикою коливань» [9, с.24].

Щодо *слабкої* взаємодії, яка відповідає за радіоактивний розпад ядер та помірне горіння Сонця – джерела енергії та рушійної сили екосистеми Землі. Сьогодні людство пізнає, так званий демографічний перехід (рис.4). Цей перехід подібний до явища саморегуляції (див. рис.1). Спочатку він виявляється зростанням швидкості приросту чисельності населення, потім настільки ж стрімким його зменшенням та стабілізацією. Демографічний перехід вже завершився у розвинених країнах світу, в наш час він завершується в країнах, що розвиваються (графіки 2,1 рис.4.A). Згідно з феноменологічною теорією, результатом такого переходу повинен стати новий режим розвитку людства, як єдиної демографічної системи [10].

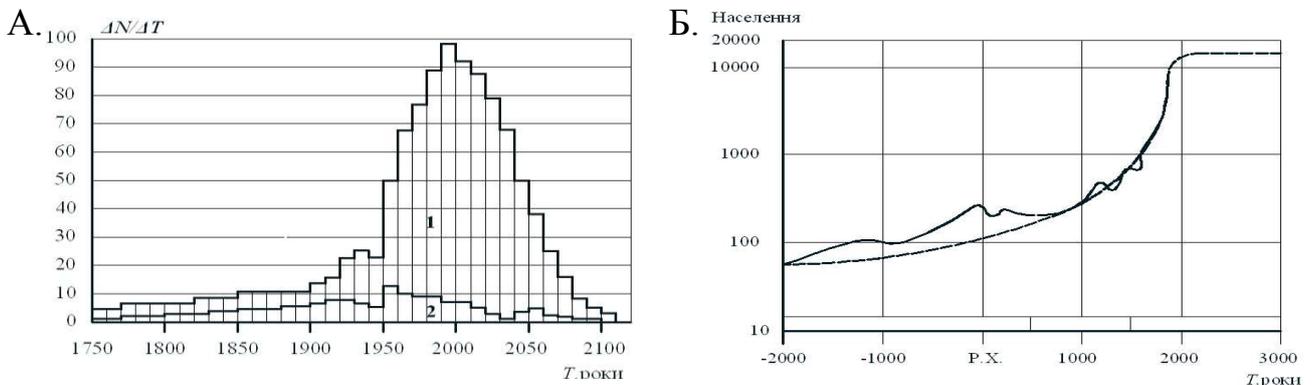


Рис. 4. Зростання населення світу, згідно даними ООН (А) та його математична модель, за феноменологічною теорією С.П.Капіци (Б)

У період переходу історичний час розвитку означеної системи стискається у винятково короткий проміжок часу, який стає сумірний із життям людини. Стикування ж часів розвитку цілого та його частини веде до порушення самоподоби зростання системи, яка стає нестійкою та виникає критичний перехід. «...Поблизу моменту загострення це приводить до неузгодженості темпів розвитку...» структурних компонентів, внаслідок чого «...виникає погроза «радіоактивного» розпаду» структурного цілого. У фізиці, як відомо, така «трансформація» приводить до появи нових елементів таблиці Менделєєва.

З вищезазначеного випливає, що складно організовані структури «...лише метастабільно сталі, щоб підтримувати свою цілісність й періодично долати тенденцію до стохастичного розпаду, вони повинні існувати в коливальному режимі» (див. рис.1, VI етап), що дозволяє гальмувати процеси й встановлювати загальний темп розвитку компонентів усередині складної структури [11, с.23].

Розгляд еко-фізичних подібностей процесу урбанізації в певній мірі, може зарадити научно-обґрунтованому «перекладу» концепції ноосфери та ідеї

сталого розвитку суспільства на язык прийняття екологічно грамотних містобудівних та господарських рішень в країні, регіоні та домі, великому домі людства – «Ойкосі».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кавтарадзе Д. Природа: от охраны - к заботе? // Знание - сила. - 1990. - №3. - С. 9-13.
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. - М.: Наука, 1975. - 175с.
3. Дольник В.Р. Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей? // Природа. -1992. - №6. - С. 3-16.
4. Спиридонов О.П. Фундаментальные физические постоянные: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 238 с.
5. Устінова І.І. Еколого-містобудівне обґрунтування сталого розвитку урбанізованих територій України. Автореф. дис... к. архіт.: 18.00.04 / КНУБА - К., 2005. – 19с.
6. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. - М.: Просвещение, 1992. – 318 с.
7. Форрестер. Дж. Динамика развития города : Пер. с англ. - М.: Прогресс, 1974. - 286 с.
8. 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.
9. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. для 11 кл. ср. шк. –М.: Просвещ., 1993. -254с.
10. Капица С.П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. -1996, Т.166. -№1. –С. 63-80.
11. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. М.: КомКнига, 2005. -240 с.

АНОТАЦІЯ

Викладено результати аналізу подібностей між екологічними, фізичними та еколого-містобудівними параметрами розвитку урбанізованих територій.

Ключові слова: урбанізовані території, сталий розвиток, еколого-містобудівні системи.

АННОТАЦИЯ

Изложены результаты анализа подобия между экологическими, физическими и эколого-градостроительными параметрами развития урбанизированных территорий.

Ключевые слова: урбанизированные территории, устойчивое развитие, эколого-градостроительные системы.

ANNOTATION

The results of analysis of similarity are expounded between the ecological, physical and ecology-town-planning parameters of development of the urbanized territories.

Key words: urbanized territories, sustainable development, ecology-town-planning systems.