

УДК 72.01:005+711.13:504

д.арх., доцент Устінова І.І.,

Київський національний університет будівництва і архітектури

МІСТОБУДІВНІ АСПЕКТИ ТЕОРІЇ СТАЛОСТІ

При визначенні містобудівних аспектів теорії сталості еколого-містобудівних систем використані урбо-еко-фізичні паралелі та поняття фізико-математичної теорії сталості.

Ключові слова: еколого-містобудівна система, сталий розвиток, урбо-еко-фізичні паралелі.

Опрацювання містобудівних аспектів теорії сталості базується на результатах проведеного дослідження, яким встановлена циклічність процесів багаторівневого розвитку еколого-містобудівної системи (ЕМС) «населення ↔ середовище» [1]. Означений розвиток має хвильовий характер із прискоренням, що зумовлено фундаментальним законом збереження потужності, який означається принципом «змінюваності незмінного» та виявляється закономірністю саморегуляції екосистем [2, 3]. Розробка містобудівних аспектів цієї теорії спирається на основні поняття фізико-математичної теорії сталості, із урахуванням істотних відмінностей станів сталості та динаміки змін, які притаманні розвитку, як живих, так і неживих природних систем [1-3].

Теорія сталості, як технічна та фізико-математична дисципліна, вивчає закономірності поведінки систем під дією зовнішніх впливів [4]. Утім, для ієрархічно організованих екологічних систем, які формуються потоками речовини, енергії та інформації, усі впливи, по суті, є внутрішніми. У плинні Життя завжди існує більш високий рівень організації, компонентом якого є система, що зазнає зовнішній вплив. В аналітичному плані, теорія сталості є розділом математичної теорії диференціальних рівнянь, які, як відомо, виникли із завдань механіки, в яких потрібно було визначити координати тіл, їхні швидкості та прискорення, як функцій часу при різних зовнішніх впливах [5]. Підпорядкування процесів розвитку ЕМС загальним фізичним законам, у тому числі, механічних та електромагнітних коливань, надало можливість при визначенні містобудівних аспектів теорії сталості застосувати теоретичний апарат більш розвинутої на сьогодні фізико-математичної теорії сталості [1-4].

У загальному вигляді теорію сталості розроблено О.М. Ляпуновим, який сформулював та довів її основні теореми. Важливою частиною цієї теорії є питання діагностування та прогнозування запасів сталості складних багатокомпонентних, динамічних та різнофакторних систем та процесів [4]. Означені питання є вкрай важливими для забезпечення та підтримки умов

сталого розвитку еколого-містобудівних систем [1-3]. Достатню умову сталої рівноваги для консервативної механічної системи встановлює теорема Лагранжа. Згідно із цією теоремою, якщо у положенні рівноваги потенційна енергія механічної системи має строгий мінімум, то такий стан рівноваги є сталим за Ляпуновим [6]. Результати, що отримано у дослідженні, погоджуються із цією теоремою. Так, у стані екологічної рівноваги потенційна енергія ЕМС (вимірюється параметрами демографічної ємності території) також має строгий мінімум, оскільки у стані рівноваги демографічна ємність ЕМС є вичерпаною й параметри чисельності її населення дорівнюють вимірам її демографічної ємності у припустимому 10% діапазоні відхилень [1-3].

З теореми Лагранжа виходить, що в однорідному полі тяжіння положення рівноваги механічної системи буде сталим, коли центр ваги системи займе найнижче положення [6]. У цій площині, результат, що отримано, стає антитезою цього слідства. Означене спливає з фундаментальних відмінностей розвитку фізично живих та неживих систем, які в ході взаємодії сполучаються в екосистемні цілісності й набувають взаємодоповнюючих ознак.

Неживі системи є врівноваженими одвіку й для них стан рівноваги є первинним. Для живих систем досягнення стану рівноваги є метою їх розвитку, з тим цей стан для них є цільовим у межах певного циклу розвитку. Екологічні, у нашому випадку – еколого-містобудівні, системи виникають й розвиваються в неоднорідному середовищі й в процесі розвитку цих систем формуються багаторівневі «гравітаційні поля» тяжіння міст. Екологічно рівноважним же станом ЕМС є коливання чисельності її населення в припустимому діапазоні на рівні демографічної ємності (означена ємність визначає максимально можливу, оптимальну для даної ЕМС, чисельність її стабільного населення).

За результатами дослідження, чисельність населення функціонально подібна масі тіла у механічному коливанні. З тим, в неоднорідному екологічному просторі та багаторівневих гравітаційних полях тяжіння міст положення рівноваги ЕМС буде сталим, коли чисельність населення досягне вимірів її демографічної ємності. Інакше кажучи, коли «центр ваги» цієї системи займе найвище із можливих рівноважних положень, в рамках певного циклу розвитку та просторового рівня цілісності [1-3].

В математиці траєкторія динамічної системи, називається сталою, якщо її поведінка «не сильно різниться» від поведінки початкового рішення. Існують різні формальні визначення сталості. Для опису діапазону екологічної рівноваги ЕМС, найбільш підходить визначення сталості за Ляпуновим (рис. 1. 1), а визначенню параметрів містобудівних регулюючих впливів, найбільш відповідає дефініції асимптотичної сталості (рис.1. 2) [7].

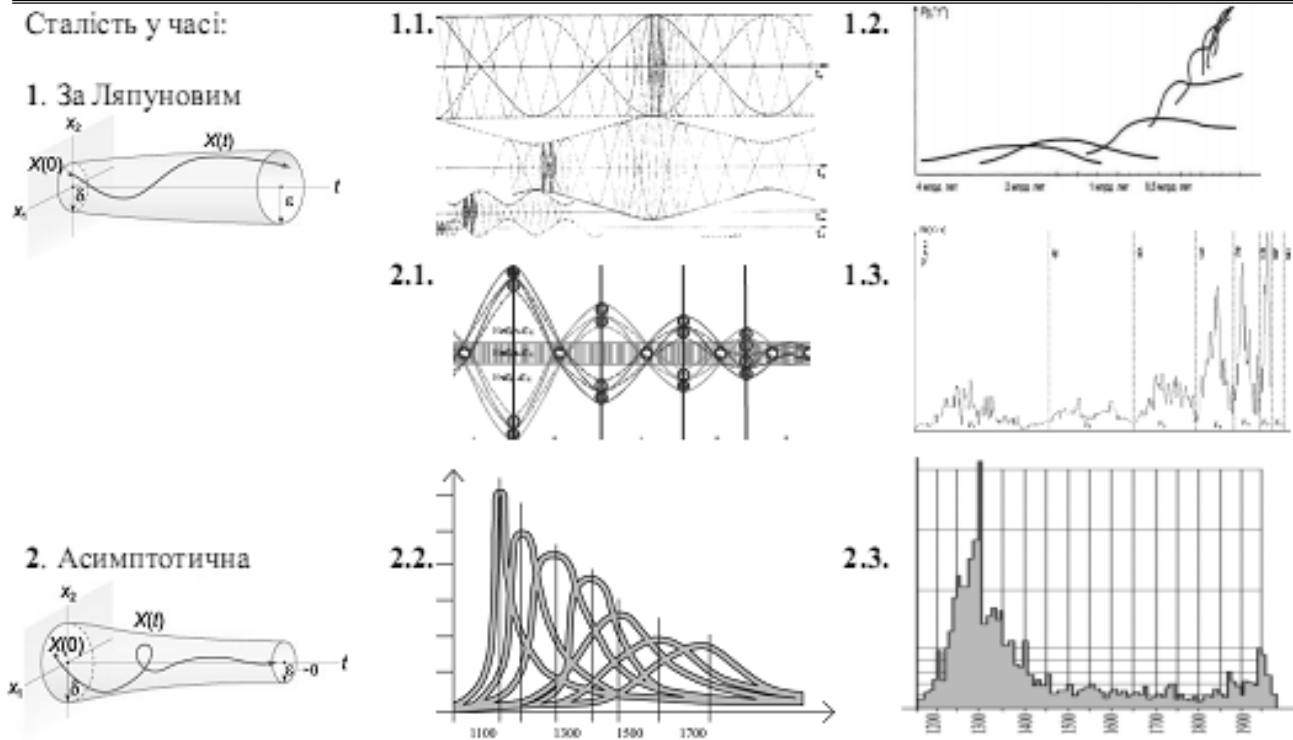


Рис. 1. ЧАСОВІ АНАЛОГІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ТА МІСТОБУДІВНОЇ ТЕОРІЙ СТАЛОСТІ

Зазвичай розглядається математична задача про сталість в особливій точці. Такою точкою, в аспекті сталості розвитку ЕМС, ймовірно, є точка «зони» біфуркації [7, 8], якою в нашому випадку є діапазон екологічної рівноваги. Але, за певного поєднання зовнішніх та внутрішніх умов, розвиток цієї системи може виходити з діапазону рівноваги. За несприятливого поєднання зовнішніх (зміна клімату, вичерпання природних ресурсів, пандемія, інформаційно-економічна та військова агресії) та внутрішніх умов (трансформація системи цінностей, поведінкових програм та стану здоров'я населення) стратегія коливального розвитку ЕМС в діапазоні рівноваги може змінитися стратегією занепаду системи. За сприятливого поєднання умов (усвідомлення необхідності адаптації до змін клімату, освоєння нових видів природних ресурсів та виробництва, інноваційних технологій господарювання та управління, психофізичного оздоровлення населення) система може здійснити якісний стрибок у розвитку на новий просторовий та ресурсно-енергетичний рівні цілісності. У містобудівній практиці такий «стрибок», як правило, відбувається, за рахунок розширення територіальних меж містобудівного об'єкту.

Динамічні системи математично описуються системою диференціальних рівнянь із певними початковими умовами [9]. В нашому випадку, початковими умовами розвитку ЕМС є вимірювані та незмінні у певному проміжку часу величини площі території регіонального містобудівного об'єкту та природно-кліматичні умови місцевості (середня багаторічна, за 30 років, кількість опадів). Початкові умови, що виділено, зумовлюють параметри демографічної ємності.

Для містобудівного регулювання сталого розвитку ЕМС важливим стає питання: як зміни початкових умов впливають на поведінку та траєкторію подальшого розвитку системи при значних проміжках часу, а в граничному випадку при $t \rightarrow \infty$? Граничний випадок відповідає цільовій фазі розвитку системи «населення \leftrightarrow середовище», а саме, стану екологічної рівноваги, в якому система може невизначено довго у часі існувати на даній території за рахунок відтворення природних ресурсів середовища та коливання чисельності населення на рівні її демографічної ємності. Наведене визначення стану сталості у діапазоні екологічної (динамічної, коливальної) рівноваги, із уточненнями, що раніше наведено, співзвучне із математичною дефініцією сталості, згідно з якою «якщо траєкторія руху системи мало змінюється при малих збуреннях початкового положення, то говорять, що рух системи є сталим» [9]. Сталість у часі графічно зображено на рис. 1.1. Ця сталість за Ляпуновим означає, що будь-яка траєкторія $X(t)$ залишається усередині трубки із максимальним радіусом ε при всіх $t \geq 0$. Дефініція, що наведена, дозволяє формалізувати діапазон екологічної рівноваги та визначити параметри сталого розвитку для різних фаз розвитку ЕМС [1]. Цю сталість певною мірою можна простежити, як в хвильовій динаміці урбосферного узгодження розвитку містобудівних систем та формацій за фазами їх розгортання у локальному, ментальному, глобальному й темпоральному часі та просторі за В.О.Тімохіним (рис. 1.1.1), так і у хвилях розвитку біологічних форм життя на Планеті за О.Л.Кузнєцовим (рис. 1.1.2) й у цивілізаційних хвилях розвитку людства за М.З.Згуровским (рис. 1.1.3) [10-12].

Асимптотична сталість, яку графічно зображено на рис. 1.2, означає, що всі траєкторії $X(t)$ не лише залишаються усередині трубки, але й поступово сходяться до мінімального радіусу $\varphi(t)$ при збільшенні t . Наведена дефініція, за аналогією із дією механізмів та факторів екосистемної саморегуляції, дозволяє формалізувати параметри відповідних містобудівних регулюючих впливів. Результат означених впливів на сталість просторового розвитку певною мірою можна простежити, як у авторській моделі спільних змін показників розвитку ЕМС (рис. 1.2.1), так й в згасанні імпульсу урбанізації у Європі (рис. 1.2.2) та інтенсивності містоутворення центрально-німецьких земель (рис. 1.2.3) за Г.Д.Петришин [13].

У фізико-математичній теорії сталості, окрім сталості траєкторій динамічних систем у часі (див. рис. 1), розглядаються ще й найпростіші типи «точок сталості» у просторі. Проведення аналогій із цими «точками» є важливим для обґрунтування системи містобудівних регулюючих впливів. Значний інтерес серед таких точок являють собою "сталий та несталий вузол", "сталий та несталий фокус", "сталий центр" (рис. 2) [4].

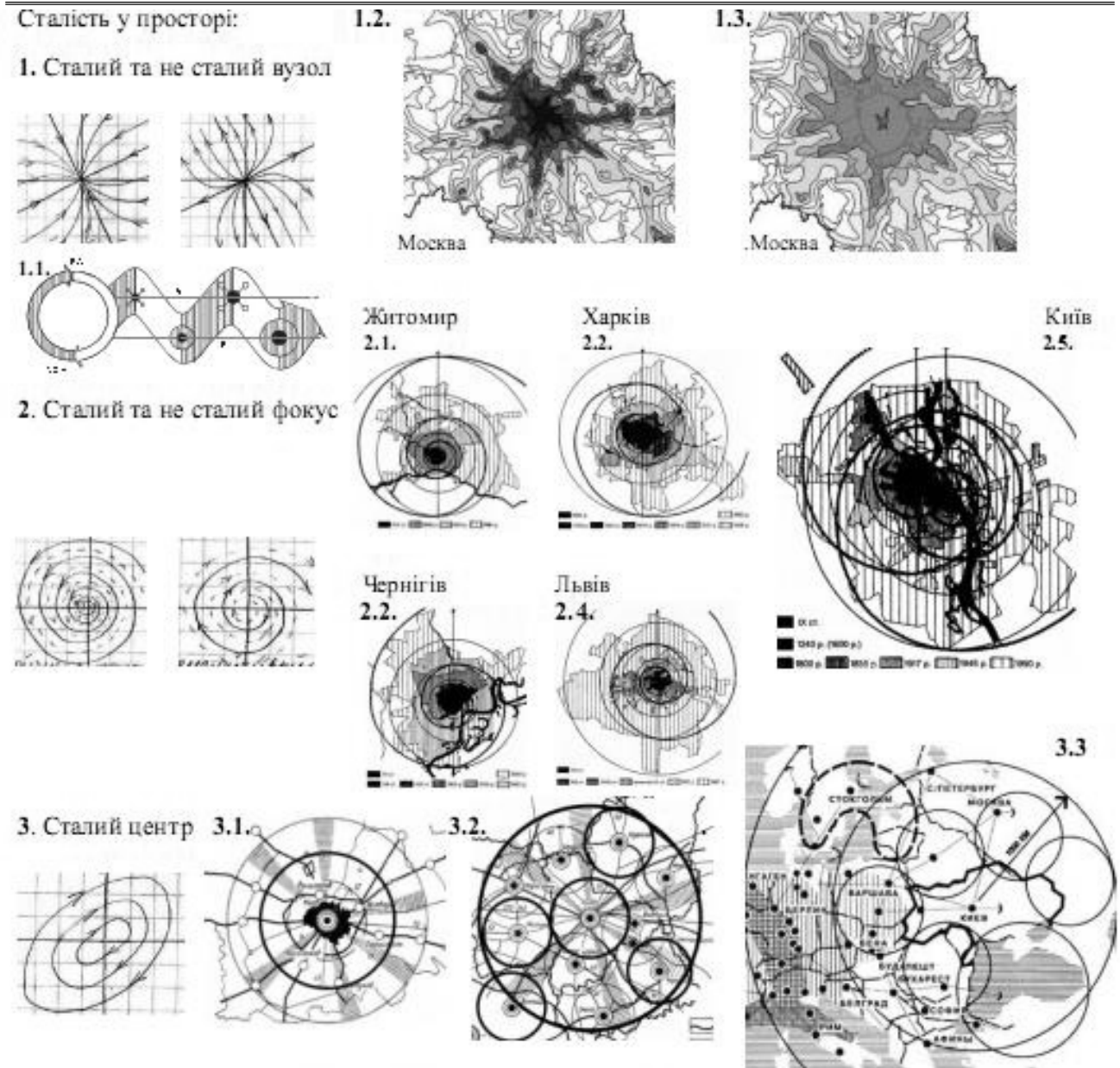


Рис. 2. ПРОСТОРОВІ АНАЛОГІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ТА МІСТОБУДІВНОЇ ТЕОРІЙ СТАЛОСТІ

Як встановлено, просторовими точками "сталих та несталих вузлів" можуть бути як різні міста, що ніби «мігрують планетою в часі» [14], так й одні й ті ж самі міста та міські агломерації але у різні періоди свого розвитку [15]. Так, дослідженням агломераційних форм розвитку розселення, І.О.Фоміним викрито тенденцію циклічності переходів від централізованої до децентралізованої форми розвитку міст та міських агломерацій у міру ускладнення функцій та структури їх регіонів (рис. 2.1.1) [15, с.122]. Централізованій (доцентровій) формі розвитку міської агломерації відповідає математична дефініція «сталий вузол», децентралізованій (відцентровій) – «несталий вузол» (рис. 2.1). Циклічність форм розвитку пов'язана із тим, що розвиток «...форми як би доходить до визначеної критичної межі...» [16, с.54,55].

Згідно із законом екосистемної саморегуляції, цією межею, є демографічна ємність території певного рівня цілісності ЕМС. Як зазначає І.О.Фомін, перехід до нового етапу розвитку міста та міської агломерації зумовлює розгляд можливостей її зростання «...у більш великих масштабах та на більш високому рівні структурної складності...» [16, с.55] екологічного простору [14]. Означене спричинює перехід містобудівної діяльності із локального на регіональний, національний та світовий рівень, й еволюційно зумовлює екологізацію містобудівної науки та практики [15-18].

Циклічність розвитку міст та міських агломерації (див. рис. 2.1.1) доповнює їх пульсуюче функціонування у різних просторах й інтервалах часу (пори року, дні тижня). Означене з'ясовано за матеріалами досліджень А.Махрової та А.Трейвиша на прикладі Московської міської агломерації (рис. 2.1.2, 2.1.3) [19]. Так, доцентровій пульсуючій зміні щільності населення міської агломерації у зимовий будній день відповідає математична дефініція «сталого вузла» (див. рис. 2.1.2), а відцентровій пульсуючій зміні щільності у літній вихідний день – дефініція «несталого вузла» (див. рис. 2.1.3).

Щодо аналогії зі "сталим та несталим фокусом". У математичній теорії сталим є фокус, в якому доцентрове гвинтове обертання йде проти годинникової стрілки, відповідно несталим – фокус, у якому відцентрове гвинтове обертання йде за годинниковою стрілкою (рис. 2.2). Певні аналогії у містобудівній площині, можна простежити за матеріалами досліджень Н.Н.Шебек [20]. Якщо розглядати лише напрям гвинтового обертання розвитку планувальної структури міста – за чи проти годинникової стрілки, то можна зазначити, що такими просторовими фокусами, як і у випадку із вузлами, можуть бути як різні, так й одні й ті ж самі міста. За ознакою обертання процесів поступового розширення міських територій та розвитку їх планувальних структур у регіональному просторі за годинниковою стрілкою (в математичній площині відповідає несталому фокусу), вирізняються плани міст Житомира та Чернігова (рис. 2.2.1, 2.2.2). За ознакою ж обертання цих процесів проти годинникової стрілки (в математичній теорії відповідає сталому фокусу) вирізняються плани міст Харкова та Львова (рис. 2.2.3, 2.2.4). За цими ознаками унікальним є розвиток міського плану Києва, в якому простежуються обидва напрями гвинтового обертання (рис. 2.2.5) [20].

Щодо аналогії зі "сталим центром" (рис. 2.3). Явище просторового розвитку міста виявляється концентричним зростанням зон його впливу. Означене розглянуто на прикладах Києва та Київської міської агломерації, послідовність концентричного зростання зон впливу яких, та перехід процесів їх розвитку на більш високі територіальні рівні цілісності ЕМС у локальному, регіональному й континентальному екологічному просторах, зображено на рис. 2.3.1–2.3.3.

Циклічність форм розвитку міст та міських агломерацій – певних просторово-часових «точок сталості», як за спрямуванням: до- чи відцентрові (сталій та несталій вузли), так і за напрямом гвинтового обертання: проти чи за годинниковою стрілкою (сталій та несталій фокус), по суті, є причиною пульсації процесів розвитку ЕМС в екологічному просторі [1, 2, 14]. Певною мірою, означене може відображенням самого явища «биття Буття». Вірогідно, саме пульсація просторового розвитку сприяє накопиченню в місті його внутрішніх сил з тим, щоб, коли розвиток дійде «до визначеної критичної межі», здійснити: або «прохід скрізь межу» задля опанування нових енергетично-просторових ресурсів розвитку регіону (країни, світу), або, внаслідок «відбиття від межі та вкладання всередину форми», провести доущільнення і реконструкцію міської забудови задля використання внутрішніх ресурсів розвитку міст.

Слід зазначити, що наявність фаз «виходу» процесів хвильового розвитку міста за планувальні межі та «відбиття» від цих меж і «вкладання» в середину його просторової форми визначають відповідну циклічність змін спрямованості докладання зусиль містобудівних адаптивно-регулюючих впливів щодо забезпечення сталого розвитку ЕМС. З тим, на етапі «виходу» міста за його планувальні межі превалює діяльність по освоєнню нових позаміських територій; на етапі «вкладання» процесів розвитку у середину форми переважає діяльність по реконструкції, переосвоєнню та доущільненню міських територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Устінова І.І. Методологічні основи сталого розвитку еколого-містобудівних систем: дис. ... доктора арх.:18.00.01/ І.І. Устінова.– К.,2016.– 484 с.
2. Устінова І.І. Урбофізичні основи хвильової урбаністики / І.І. Устінова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук. -техн. збірник. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 37. – С. 281-288.
3. Устінова І.І. Екофізичні засади та стратегії сталого розвитку регіонів / І.І. Устінова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук. -техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.26. – С.193-206.
4. http://ru.wikiversity.org/wiki/Теория_устойчивости
5. http://ru.wikiversity.org/wiki/Дифференциальное_уравнение
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема_Лагранжа_об_устойчивости_равновесия
7. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Устойчивость_\(динамические_системы\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Устойчивость_(динамические_системы))
8. Николис Г. Познание сложного/Г.Николис,И.Пригожин. - М.: Мир,1978.- 351с.
9. <http://www.math24.ru/basic-concepts-of-stability-theory.html> Основные понятия теории устойчивости
10. Тімохін В. Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування / В.О. Тімохін. – К.: КНУБіА, 2008. – 628 с.
11. Кузнецов О. Л. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек : учебн. / О. Л. Кузнецов, Б. Е. Большаков. – С.-Петербург – Москва – Дубна : Гуманистика, 2002. – 616 с.

12. Згуровский М.З. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей / М.З.Згуровский, А.Д. Гвишиани. – К. : НТУУ «КПИ» «Политехника», 2008. –331с.
13. Петришин Г.Д. До питання формування мережі міст України XIV–XIX ст. (У Європейському контексті) / Г.Д. Петришин // Архітектурна спадщина України; за ред. В. Тимофієнка. – К.:Українознавство, 1999. –Вип.3, част.друга. -С. 56-58.
14. Устінова І.І. Урбанізаційні процеси в екологічному просторі / І.І. Устінова // Містобудування та територіальне планування. – 2014. – Вип. 53. – С. 549-554.
15. Владимиров В.В. Основы районной планировки: учебник [для студ. высш. уч. зав.] / В.В. Владимиров, И.А. Фомин. - М.: Высшая школа, 1995. – 224 с.
16. Фомин И.А. Город в системе населенных мест / И.А. Фомин. - К.: Будівельник, 1986. – 112 с.
17. Демин Н.М. Управление развитием градостроительных систем / Н.М. Демин – К.: Будивельник, 1991. – 185 с.
18. Белоконь Ю.Н. Региональное планирование (теория и практика) / Ю.Н. Белоконь; под ред. И.А. Фомина. – К. : Логос, 2003. – С. 259.
19. Москва: мегаполис? агломерация? мегалополис? [Электронный ресурс] / А. Махрова,Т. Нефедова, А. Трейвиш//Демоскоп weekly № 517 – 518, 1-19 авг. 2012. –26 с. –Режим доступа: <http://demoscope.ru/weekly/2012/0517/demoscope517>. pdf.
20. Шебек Н.М. Гармонізація планувального розвитку міста / Н.М. Шебек. – К.: Основа, 2008. – 213 с.

АННОТАЦИЯ.

При определении градостроительных аспектов теории устойчивости эколого-градостроительных систем использованы урбо-эко-физические параллели и понятия физико-математической теории устойчивости.

Ключевые слова: эколого-градостроительная система, устойчивое развитие, урбо-эко-физические параллели.

ABSTRACT.

The urban-eco-physical parallels and concepts of physico-mathematical theory of sustainability are used in determining urban aspects of the theory of sustainability of ecological-urban systems.

Key words: ecological-urban system, sustainable development, urban-eco-physical parallels.