

## Технологія і організація виробництва

УДК 69.05:699.8

### ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА БІОСФЕРНОЇ СУМІСНОСТІ ПОСЕЛЕНЬ З ПОЗИЦІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АРХІТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ

Д.О. Чернишев

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Повітрофлотський пр-т, 31, 03680, Київ, Україна; ORCIDID 0000-0002-1946-9242

**Анотація.** Стаття присвячена обґрунтуванню змісту та регламенту організаційно-технологічних заходів забезпечення біосферосумісного будівництва на основі досвіду застосування екологічно-орієнтованої методології територіального планування. Розглянуто проблеми та основні еколого-містобудівні принципи планувальної організації ключових форм розселення - міських агломерацій. Запропоновано методуку планувальної організації систем взаємозалежного розселення з урахуванням еколого-містобудівних умов на засадах організаційно-технологічної оцінки біосферної сумісності поселень з позицій ефективності будівельних технологій архітектурно-містобудівного комплексу

**Ключові слова:** організація території, міські агломерації, еколого-містобудівні умови, екологічний баланс, секторне зонування, природний каркас.

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПОСЕЛЕНИЙ С ПОЗИЦИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Д.О. Чернышев

Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
Воздухофлотский пр-т, 31, 03680, Киев, Украина; ORCIDID 0000-0002-1946-9242

**Аннотация.** Статья посвящена обоснованию содержания и регламента организационно-технологических мероприятий обеспечения биосферосумисного строительства на основе опыта применения экологически ориентированной методологии территориального планирования. Рассмотрены проблемы и основные эколого-градостроительные принципы планировочной организации ключевых форм расселения - городских агломераций. Предложена методика планировочной организации систем взаимосвязанного расселения с учетом эколого-градостроительных условий на основе организационно-технологической оценки биосферной совместимости поселений с позиций эффективности строительных технологий архитектурно-градостроительного комплекса

**Ключевые слова:** организация территории, городские агломерации, эколого-градостроительные условия, экологический баланс, секторное зонирование, природный каркас.

### ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL ESTIMATION OF BIOSPHERE COMPATIBILITY OF SETTLEMENTS FROM THE STANDPOINT OF EFFICIENCY OF BUILDING TECHNOLOGIES OF ARCHITECTURAL AND URBAN COMPLEX

D.O. Chernyshev

Kyiv National University of Construction and Architecture,  
31, Povitroflotsky Av., 03680, Kyiv, Ukraine; ORCIDID 0000-0002-1946-9242

**Abstract.** The article is devoted to the substantiation of the content and regulation of organizational and technological measures to ensure biosferous construction on the basis of the experience of applying the ecologically-oriented methodology of territorial planning. The problems and the main ecological and urban planning principles of the organization of the key forms of resettlement - urban agglomerations are



considered. The method of planning organization of systems of interrelated resettlement taking into account ecological and city-planning conditions on the basis of organizational and technological estimation of biosphere compatibility of settlements from the standpoint of efficiency of building technologies of architectural and urban complex is proposed.

**Key words:** organization of territory, urban agglomerations, ecological and urban planning conditions, ecological balance, sector zoning, natural framework.

**Постановка проблеми.** Аналіз науково-методологічних підходів щодо ідентифікації рівня «організаційно-технологічна надійність» будівництва з врахуванням вимог біосферосумісності в організації будівництва довів, що в науковій літературі теоретичні і практичні дослідження з точки зору надійності розвивалися по двох основних напрямках. Перший напрям пов'язаний з розвитком математичних методів оцінювання надійності, особливо стосовно складних систем. У цьому випадку на основі статистичної обробки результатів спостережень за відмовами розробляють методи, що забезпечують високий рівень надійності шляхом оптимізації структури системи. Другий напрям пов'язаний з вивченням фізичних процесів старіння (зношування, руйнування та ін.). У цьому випадку розробляють відповідні методи розрахунку на довговічність і застосовують технологічні способи, що забезпечують необхідну надійність конструктивних елементів. На сьогодні, теорія надійності відображає процес взаємного злиття теоретичних та практичних досліджень, перенесення раціональних ідей з однієї сфери віншу і формування на цій основі єдиної науки про надійність техніки, виробів, конструкцій, об'єктів тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Коло питань, що окреслює компетенцію теорії надійності, найбільш змістовно сформулював академік А.І. Берг [1]: теорія надійності визначає закономірності виникнення відмов і відновлення працездатності системи та її елементів, розглядає зовнішні і внутрішні впливи на процеси в системах, створює основи розрахунку надійності і прогнозування відмов, вишукує способи підвищення надійності у процесі конструювання і виготовлення систем і їхніх елементів, а також способи збереження надійності під час експлуатації. Переважно всі типи очікування для оцінювання надійності були пов'язані з виконанням певної функції або обов'язку; надійність установки вважається високою, якщо вона неодноразово успішно виконувала свої функції, і низькою, якщо при повторних випробуваннях вона відмовляла. При цьому, теорія надійності не розробляє методи і засоби пошуку відмов у певних об'єктах – вона має у своєму розпорядженні методи, що дозволяють визначати (на основі аналізу статистичної інформації) імовірність виникнення відмов у сукупності однакових об'єктів.

**Мета і завдання дослідження** є розробка концептуально-методологічних, методико-аналітичних засад та прикладного формалізованого інструментарію організації біосферосумісного будівництва як комплексної синергійної категорії та інтегрального критеріального показника в сучасних умовах вітчизняного будівельного девелопменту.

**Викладення основного матеріалу.** Основи методу розрахунку балансу біотехносфери розроблені Іллічовим В. О. [2] наводиться методика кількісної оцінки балансу біосфери і техносфери території в умовах розглянутої концепції розширеного відтворення головної продуктивної сили – чистої частини біосфери, в умовах сучасного рівня урбанізації та обов'язкової умови реалізації всіх функцій міста. Для цього запропоновані два інтегральних показника:

$\eta$  – показник відносного значення біосферної сумісності території;

$\xi$  – показник рівня реалізації функцій біосферосумісного поселення (функції міста).

Відносне значення показника біосферної сумісності території представлено формулою:

$$\eta = \sum_n \sum_i (D_{in} \xi_{in} \ominus - A_{in} \gamma_{in} m_{in}) \quad (1)$$

де перший доданок в правій частині – кількісний показник чистої (незабрудненої) біосфери навколишнього середовища; другий доданок – кількісний показник забруднень від техносфери з максимальними концентраціями, що допускають розвиток (МКДР) на одне робоче місце;  $D_{in}$  – відносне значення необхідної площі біосфери по відношенню до площі ділянки мікрорайону або поселення, що розраховується, яке необхідне для нейтралізації забруднень від техносфери до рівня МКДР з розрахунку на  $i$ -те робоче місце в  $n$ -ій функції міста;  $\xi_{in}$  – коефіцієнт однорідності біосфери, для врахування різної інтенсивності поллютантів;  $\Theta$  – необхідна кількість робочих місць, забруднення від яких має бути поглинуто біосферою на території, що розраховується;  $A_{in}$  – відносне значення параметра забруднень до рівня МКДР  $i$ -го джерела при реалізації  $n$ -тої функції міста, розраховане по відношенню до зонних поширень;  $\gamma_{in}$  – коефіцієнт приведення параметрів забруднення до одного джерела;  $m_{in}$  – число робочих місць в  $i$ -му джерелі забруднень у  $n$ -тій функції міста.

Обчислення  $D_{in}$  здійснюється за формулою

$$D_{in} = \frac{V_{in}}{\Theta_{in} k_{in} S_i}, \quad (2)$$

де  $V_{in}$  – обсяг забруднень від  $i$ -го джерела при реалізації  $n$ -ої функції міста, кг/рік;  $k_{in}$  – кількість забруднювача, що утилізується 1 м<sup>2</sup> біосфери, кг рік;  $S_i$  – площа ділянки, що розраховується, на  $i$ -те робоче місце, м<sup>2</sup>.

Значення параметра  $A_{in}$  розраховується за формулою

$$A_{in} = \frac{S_{in}}{\Theta_{in} S_i}, \quad (3)$$

де  $S_{in}$  – площа забруднення від  $i$ -го поллютанту при реалізації  $n$ -ої функції міста, м<sup>2</sup>.

При позитивному балансі біосфери і техносфери ( $\eta > 0$ ) забезпечується здатність біосфери з нейтралізації відходів техногенної діяльності людини. Чим ближче коефіцієнт  $\eta$  до нульового значення, тим менша здатність біосфери до очищення та самовідтворення. При  $\eta \leq 0$  міська екосистема знищена та біосфера не здатна переробити в повному обсязі відходи життєдіяльності людини. При  $\eta > 1$  техногенна діяльність людини на даній території зовсім відсутня.

Показник рівня реалізації функцій біосферосумісного поселення  $\xi$  є інтегральним коефіцієнтом, який визначається за формулою

$$\xi = 1 - \frac{\sum_n \sum_i a_{in}^* \bar{\alpha}_{in} \beta_{in}^* - \sum_n \sum_i a_{in} \alpha_{in} \beta_{in}}{\sum_n \sum_i a_{in}^* \bar{\alpha}_{in} \beta_{in}^*}, \quad (4)$$

де  $a_{in}$  – відносне значення  $i$ -ої складової в  $n$ -ій функції міста з розрахунку на одного жителя;  $\alpha_{in}$  – коефіцієнт доступності  $i$ -ої складової в  $n$ -ій функції міста з розрахунку на одного жителя;  $\beta_{in}$  – параметр можливості бути реалізованим  $i$ -ої складової в  $n$ -ої функції міста в даний період часу (за віковими групами, соціальним та іншим особливостям людського потенціалу для території, що розглядається);  $a_{in}^*$  – мінімально необхідне відносне значення параметра  $a_{in}$ , законодавчо гарантованого владою, який забезпечує розвиток людського потенціалу на розрахунковий період часу;  $\bar{\alpha}_{in}$  – нормоване значення коефіцієнта доступності;  $\beta_{in}^*$  – розрахункове значення параметра реалізованості  $\beta_{in}$  для  $n$ -ої функції міста.



Складність розрахунку показника  $\xi$  полягає у тому, що в даний час у діючих нормативних документах не всі функції міста та окремих об'єктів архітектури і тим більше складові цих функцій  $a_{in}$  є в наявності.

Відповідно до цієї методики запропонована концептуальна модель біосумісних урбанізованих територій у вигляді багатокомпонентної природно-соціотехнічної структури.

Модель включає три взаємодіючі між собою складові, що виступають елементами потрібного балансу біотехносфери:

- природну складову як частину зовнішнього середовища, що містить ресурси, які необхідні для життєзабезпечення людини на урбанізованих територіях, і яка піддається негативному антропогенному і техногенному впливу;

- соціальну складову як частину зовнішнього середовища, що чекає задоволення своїх раціональних життєзабезпечуючих потреб і при цьому зазнає опосередкований негативний техногенний вплив з боку навколишнього середовища;

- виробничо-технічну складову, що впливає на природну і соціальну частини і визначає якість життя на урбанізованих територіях і умови формування комфортної і безпечної середовища життєдіяльності, розвиваючої людину.

Концептуальна основа та загально-методологічне забезпечення організаційно-технологічної надійності підготовки та організації будівництва визначає зміст та напрям адаптації існуючого інструментарію організації будівництва до засад біосферосумісності як запоруки забезпечення належного рівня організаційно-технологічної надійності (ОТН), що в цілому забезпечить успішність будівельного девелопменту впродовж всього циклу будівельного проекту.

Внаслідок технологічних особливостей та унікальності робочого середовища кожної з фаз життєвого циклу об'єкта, застосування окремого стандарту чи методології в рамках всього об'єкта є неефективним, оскільки інтеграція того чи іншого стандарту/методології через невідповідність окремих його процесів чи групи процесів до специфіки окремої фази життєвого циклу об'єкта закінчується невдачею. Важливим питанням в реалізації концепції біосферосумісного будівництва – особливо у зв'язку з тим, що вона часто розглядається як еволюціонуюча – стало виявлення його практичних і вимірюваних індикаторів. У цьому напрямі зараз працюють як міжнародні організації, так і наукові кола. Виходячи з вищезгаданої тріади, такі індикатори можуть пов'язувати усі ці три компоненти і відображати екологічні, економічні та соціальні аспекти

Прийнята в роботі наукова гіпотеза визначила наступні провідні методологічні принципи організації будівництва на засадах біосферосумісності:

- забезпечення стабільності екосистеми «будівельний об'єкт – територія забудови (мікросередовище) – будівельні роботи»;

- підтримання параметричної гнучкості (зміна супровідних організаційно-технологічних характеристик будівництва) для забезпечення стратегічного балансу екосистеми будівельного проекту;

- обмеження організаційно-технологічних відхилень будівельного проекту в межах заданої траєкторії;

- обов'язковість організаційно-технологічного та адміністративного контролінгу за «віхами» будівельного проекту на засадах біосферосумісності;

- доцільність узгодження формату організації будівництва на етапі первинної техніко-економічної, організаційно-технологічної та екологічної експертизи будівельного проекту;

- аналітичні вимоги, щодо створеного інструментарію, визначатимуться укрупненим функціональним алгоритмом реалізації будівельного проекту біосферосумісного будівництва у форматі специфічної проектно-орієнтованої підсистеми.

З точки зору біосферосумісності будівельний девелопмент повинен забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем. Особливе значення має життєздатність екосистем, від яких залежить глобальна стабільність усієї біосфери. Більше того, поняття «природних» систем і ареалів мешкання можна розуміти широко, включаючи в них створене

людиною середовище, таке як, наприклад, місто. Основна увага відводиться збереженню здатності до самовідновлення і динамічної адаптації таких систем до змін, а не збереження їх в деякому «ідеальному» статичному стані. Деградація природних ресурсів, забруднення довкілля і втрата біологічного різноманіття скорочують здатність екологічних систем до самовідновлення.

Будівництво об'єкта розглядається як будівельна система – сукупність всіх етапів будівельного процесу та його учасників, що має об'єктно-орієнтовану спрямованість і реалізовану в умовах впливу встановлених факторів зовнішнього середовища. Схематична формалізація проекту, виділення в його складі структурних елементів дозволяє створити модель, яка може бути піддана подальшому дослідженню. Аналіз моделі дозволяє зробити висновок про наявність у структурі стійких зв'язків – це дозволяє розглядати їх як стандартні самостійні елементи і вивчати поведінку всієї системи, досліджуючи її окремі частини.

В якості основного складового елементу будівельної системи виступає виробничо-технологічний модуль (ВТМ), який представляє собою сукупність груп процесів, об'єднаних технологічної послідовністю і функціональним призначенням, спрямованих на створення будівельних конструкцій, будівельно-технологічних елементів та інженерних систем. Наприклад, зведення житлового будинку може бути представлена у вигляді виробничо-технологічних модулів [3, с.176]:

- 1) підземна частина, загальнобудівельні роботи;
- 2) надземна частина, загальнобудівельні роботи;
- 3) зовнішні стіни, загальнобудівельні роботи;
- 4) внутрішня обробка приміщень;
- 5) електрика і слабкі струми;
- 6) вентиляція та кондиціонування;
- 7) водопровід, каналізація і зливові стоки;
- 8) тепlopостачання;
- 9) вертикальний транспорт;
- 10) системи безпеки (пожежогасіння, димовидалення і сигналізація);
- 11) покрівля;
- 12) фасади;
- 13) благоустрій;
- 14) зовнішні мережі.

Для побудови математичного виразу екологічного навантаження від будівельного об'єкта застосовано методіку моделювання факторних систем.

Рівняння екологічного навантаження процесу будівництва на оточуюче середовище має вигляд

$$EI = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot MEI_i), \quad (5)$$

де  $W_i$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -го ВТМ;  $MEI_i$  – показник екологічного навантаження (Module Environmental Index) від  $i$ -го ВТМ, який визначається за формулою:

$$MEI_i = w_i x_i, \quad (6)$$

де  $w_i$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -го шкідливого виробничого фактора;  $x_i$  –  $i$ -й шкідливий фактор.

**Обговорення результатів дослідження.** Нові підходи у вирішенні проблеми зниження антропогенного впливу на біосферу запропоновані в концепції біосферної сумісності міст і поселень, розвиваючих людину [4-6]. Питання про поділ технічних інновацій на прогресивні і регресивні вирішується по їх впливу на симбіотичне життя Біосфери і майбутніх поколінь людей. Якщо технології скорочують простір і час симбіотичної життя біосфери і людини – вони регресивні, якщо розширюють – прогресивні.



**Висновки.** Інтеграція наукових результатів у комплекс прикладних програм організації будівництва на засадах біосферосумісності, його наступне впровадження в практику будівництва створили науково-обґрунтоване та прикладне підґрунтя розвитку біосферосумісного будівництва в Україні як важливої стратегічної перспективи, що вплине на реформацію змісту та архітектурно-конструктивних, технічних та організаційно-технологічних стандартів будівництва. Оновлені – на ґрунті представлених в даній роботі досліджень вітчизняні стандарти щодо організаційно-технологічної надійності (ОТН) будівництва дозволили розглядати ОТН будівництва як поєднання безпеки, придатної до нормальної експлуатації і довговічності будівель та споруд, впродовж передбаченого терміну, без потенційних антропогенних, техногенних та екологічних загроз біосередовищу.

### Література

1. Берг А.И. Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения / Отв. ред. акад. А. С. Алексеев. – М.:Наука, 2007. – 518 с.
2. Ильичев В.А. Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева // Жилищное строительство. – 2015. – № 3. – С.3-9.
3. Антанавичус К.А. Моделирование и оптимизация в управлении строительством / К.А. Антанавичус. – М.: Стройиздат, 1979. – 168 с.
4. Torrence C. Interdecadal changes in the ENSO-monsoon system / C. Torrence, P. J. Webster // *Journal of Climate*. – 1999. – Vol. 12. – Iss. 8. – P. 2679–2690
5. Владимиров В.В. Город и ландшафт. – М.: Мысль, 1986. – 194 с.
6. Руководство по комплексной оценке и функциональному зонированию территории в районной планировке / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 2012. – 286 с.
7. Лебединская Н.А. Влияние эколого-градостроительных условий на параметры планировочной организации крупных систем расселения // *Известия ВУЗов*. – Новосибирск, 2016. – № 10. – С.29-35.

### References

1. Berg, A.I. (2007). *Informatika: neogranichennyye vozmozhnosti i vozmozhnyye ogranicheniya* [Informatics: unlimited possibilities and possible limitations]. Moscow: Nauka.
2. Il'ichev, V.A., Yemel'yanov, S.G., Kolchunov, V.I., Bakayeva, N.V., Kobleleva, S.A. (2015). *Modelirovaniye i analiz zakonomernostey dinamiki izmeneniya sostoyaniya biosferosovmestimykh urbanizirovannykh territoriy* [Modeling and analysis of regularities of the dynamics of the change in the state of biosphere-compatible urbanized territories]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo [Housing construction]*, 3, 3-9.
3. Antanavichus, K.A. (1979). *Modelirovaniye i optimizatsiya v upravlenii stroitel'stvom* [Modeling and optimization in construction management]. Moscow: Stroyizdat.
4. Torrence, C. (1999). Interdecadal changes in the ENSO-monsoon system. *Journal of Climate*, 12, Iss. 8, 2679–2690
5. Vladimirov, V.V. (1986). *Gorod i landshaft [City and landscape]*. Moscow: Mysl'.
6. *Rukovodstvo po kompleksnoy otsenke i funktsional'nomu zonirovaniyu territorii v rayonnoy planirovke / TSNIP gradostroitel'stva. [Guidance on integrated assessment and functional zoning of territory in the district planning / TsNIIP urban planning]*. (2012). Moscow: Stroyizdat.
7. Lebedinskaya, N.A. (2016). *Vliyaniye ekologo-gradostroitel'nykh usloviy na parametry planirovochnoy organizatsii krupnykh sistem rasseleniya* [Influence of ecological and town-planning conditions on the parameters of planning organization of large settlement systems]. *Izvestiya VUZov [Proceedings of Higher Education Instituts]*, 10, 29-35.