

УДК 514.18+504.052

## **РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКА БІОСФЕРНОЇ СУМІСНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ**

Сергейчук О.В., д.т.н.

*Київський національний університет будівництва і архітектури  
(Україна)*

*Показник біосферної сумісності матеріалів та виробів заводського виготовлення, з яких зводиться будівля, є одним з параметрів, що входить в формулу розрахунку комплексного показника біосферної сумісності будівлі. Запропонована та розглядається методика розрахунку показника біосферної сумісності будівельних матеріалів та виробів, яка базується на застосуванні узагальненої функції бажаності Харрінгтона.*

*Ключові слова: біосферна сумісність, функція бажаності, комплексний показник, ваговий коефіцієнт, гранично допустима величина.*

**Постановка проблеми.** Будівництво є одним з потужних антропогенних факторів впливу на навколишнє середовище. Антропогенний вплив будівництва різноманітний за своїм характером і відбувається на всіх етапах будівельної діяльності – видобуток та виробництво будівельних матеріалів, будівництво об'єктів, їх експлуатація і закінчується демонтажем відпрацьованих будівель. Однак його вплив на навколишнє природне середовище ще недостатньо вивчено, тому практично всі екологічні заходи носять рекомендаційний характер.

При реалізації державної політики з енергоефективності, питання оцінювання наслідків від будівництва і експлуатації енергоефективних будівель є вкрай актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання впливу будівельних об'єктів на біосферу нерідко ставали предметом гострих дискусій у науковій сфері. Однак вплив окремих факторів переважно розглядається ізольовано від інших. У ряді робіт розглядаються питання впливу на екологію будівельних матеріалів [1-3].

Нові підходи у вирішенні проблеми зниження антропогенного впливу на біосферу запропоновані в концепції біосферної сумісності міст і поселень [4]. У розвиток цієї концепції у [5] була запропонована методика оцінювання наслідків будівництва енергоефективних будівель на біосферу, яка базується на комплексному врахуванні чинників, що мають місце при зведенні, експлуатації та знесенні

будівель.

**Формулювання цілей статті.** Метою даної статті є конкретизація методики [5] відносно врахування оцінювання наслідків на біосферу матеріалів і виробів, з яких зводиться будівля.

**Основна частина.** Показник біосферної сумісності матеріалів та виробів є комплексним показником, що враховує вплив на біосферу видобування сировини, її транспортування на заводи будіндустрії, виготовлення матеріалу або виробу, його складування та зберігання на складах заводів. Цей показник пропонується розраховувати за формулою розрахунку узагальненого показника бажаності Є. К. Харрінгтона з урахуванням коефіцієнтів вагомості [6], яка приймає вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} d_{M.ki} = \sum_{j=1}^k d_{M.kij}^{m_{M.kij}}, \quad k=\text{п,св,г}; \\ D_{Mi} = d_{M.пi}^{m_{M.пi}} \cdot d_{M.свi}^{m_{M.свi}} \cdot d_{M.гi}^{m_{M.гi}} \cdot d_{M.ei}^{m_{M.ei}} \cdot d_{M.Bi}^{m_{M.Bi}} \cdot d_{M.zi}^{m_{M.zi}} \cdot d_{M.ci}^{m_{M.ci}}; \\ D_M = \frac{\sum_{i=1}^n D_{Mi} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $d_{M.пij}$  – показник викидів  $j$ -ї забруднюючої речовини у повітря на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулою логістичної функції кривої бажаності

$$d_i = e^{-e^{(-y)}}, \quad (2)$$

де

$$y = \frac{4,953}{N} \cdot x + 4,958, \quad (3)$$

де  $N$  – нормативно допустиме значення викидів  $j$ -ї забруднюючої речовини на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу;

$x$  – фактичне значення викидів  $j$ -ї забруднюючої речовини на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу<sup>1</sup>;

$m_{M.пij}$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -ї забруднюючої речовини повітря для  $i$ -го матеріалу;

$k$  – кількість забруднюючих речовин у  $i$ -му матеріалі;

<sup>1</sup> Формула (3) отримана з формули (2) підстановкою лінійної залежності  $y = ax + b$  граничних значень якості:  $x_1 = 0, d_1 = 0,993$ ;  $x_2 = N, d_2 = 0,37$ . Це обґрунтовується тим, що при відсутності викидів матеріал не шкодить екології ( $d \rightarrow 1$ ), а при викидах більших за встановлену норму оцінка незадовільна ( $d < 0,37$ ).

- $d_{M.cvij}$  – показник скиду  $j$ -ї забруднюючої речовини у стічні води на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулами (2) і (3);
- $m_{M.vij}$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -ї забруднюючої речовини водного басейну для  $i$ -го матеріалу;
- $d_{M.gij}$  – показник забруднення ґрунтів  $j$ -ю забруднюючою речовиною на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулами (2) і (3);
- $m_{M.gij}$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -ї забруднюючої речовини ґрунтів для  $i$ -го матеріалу або виробу;
- $d_{M.pi}$  – комплексний показник викидів забруднюючих речовин у повітря на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу;
- $d_{M.cvi}$  – комплексний показник скидів стічних вод у водні басейни на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу;
- $d_{M.gi}$  – комплексний показник забруднення ґрунтів на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу;
- $d_{M.cvi}$  – показник енергоємності будівельної продукції на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулами (2) і (3), де  $N$  – нормативно допустима витрата енергії на виготовлення одиниці об'єму даного матеріалу,  $x$  – фактична витрата енергії на одиницю об'єму;
- $d_{M.vi}$  – показник відновлення природного середовища на виготовлення  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулою (2), де

$$y = -\frac{0,166V}{N} \cdot x + 1,666, \quad (4)$$

де  $N$  – кількість років експлуатації матеріалу у будівлі до його повної заміни;

$V$  – об'єм матеріалу у будівлі;

$x$  – кількість років, необхідних природі на відновлення пошкоджень, пов'язаних з виготовленням одиниці об'єму матеріалу чи виробу<sup>2</sup>;

$d_{M.zi}$  – показник впливу на здоров'я населення на одиницю об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, який розраховується за формулою:

$$d_{M.zi} = d_{M.zi\_1}^{m_{M.zi\_1}} \cdot d_{M.zi\_2}^{m_{M.zi\_2}}, \quad (5)$$

де  $d_{M.zi\_1}$  – показник ризику неканцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму  $i$ -го

<sup>2</sup> Формула (4) отримана з формули (2) підстановкою лінійної залежності  $y = ax + b$  граничних значень якості:  $x_1 = N$ ,  $d_1 = 0,8$ ;  $x_2 = 2N$ ,  $d_2 = 0,37$ . Це обґрунтовується тим, що якщо природа відновлюється швидше ніж руйнується матеріал, то це дуже добре, а якщо на відновлення треба у 2 рази більше часу, ніж строк експлуатації матеріалу, то це вже незадовільно.

матеріалу або виробу, що визначається за формулою (2), де

$$y = HI - 1, \quad (6)$$

де  $HI$  – індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів, що визначається за методикою [7]<sup>3</sup>;

$d_{Mzi\_2}$  – показник ризику канцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму  $i$ -го матеріалу або виробу, що визначається за формулою (2), де

$$y = -0,383 \cdot \lg(CR_a) - 1,52, \quad (7)$$

де  $CR_a$  – канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, що визначається за методикою [7]<sup>4</sup>.

$m_{M.zi\_1}$  – ваговий коефіцієнт показника ризику неканцерогенних ефектів;

$m_{M.zi\_2}$  – ваговий коефіцієнт показника ризику канцерогенних ефектів;

$d_{M.ci}$  – показник соціального ризику впливу виготовлення  $i$ -го матеріалу або виробу на одиницю його об'єму, який розраховується за формулою (2), де

<sup>3</sup> Формула (6) отримана з співставлення оцінки впливу за табл. Ж.1 [7] із стандартною шкалою бажаності Є.К. Харрінгтона [6].

<sup>4</sup> Формула (7) та аналогічна їй (8) отримані з системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} a \cdot \lg(x_1) + b = \ln \left( \frac{1}{\ln \left( \frac{1}{d_1} \right)} \right); \\ a \cdot \lg(x_2) + b = \ln \left( \frac{1}{\ln \left( \frac{1}{d_2} \right)} \right); \\ x_1 = 10^{-6}, \quad d_1 = 0,63; \\ x_2 = 10^{-4}, \quad d_2 = 0,37, \end{array} \right.$$

Вибір логарифмічної функції обґрунтовується тим, що градація рівнів канцерогенного впливу (табл. Ж.2 [7]) та соціального ризику (табл. И.1 [7]) має логарифмічну шкалу. Співставлення оцінки впливу за табл. Ж.2 і И.1 із шкалою бажаності Є.К. Харрінгтона дає можливість зафіксувати співвідношення  $x_1$  і  $d_1$  та  $x_2$  і  $d_2$ . При значенні  $x = 10^{-3}$  за формулою (2) отримуємо  $d = 0,233$ , що задовільно відповідає умові «дуже погано».

$$y = -0,383 \cdot \lg(R_s) - 1,52, \quad (8)$$

де  $R_s$  – соціальний ризик, що визначається за методикою [7];  
 $m_{M.pi}$ ,  $m_{M.cvi}$ ,  $m_{M.gi}$ ,  $m_{M.ei}$ ,  $m_{M.vi}$ ,  $m_{M.zi}$ ,  $m_{M.ci}$  – вагові коефіцієнти відповідних показників.

$D_{Mi}$  – показник біосферної сумісності  $i$ -го матеріалу або виробу на одиницю його об'єму;

$V_i$  – об'єм  $i$ -го матеріалу або виробу у будівлі.

Сума вагових коефіцієнтів у кожній окремій формулі дорівнює одиниці. При врахуванні коефіцієнтів вагомості виникає питання їх визначання.

**Висновки.** Запропонована методика розрахунку показника біосферної сумісності будівельних матеріалів та виробів, який комплексно враховує їхній вплив на екологію, здоров'я та соціальний стан людей. Цей розрахунок є складовою частиною узагальненої методики оцінювання біосферної сумісності існуючих і проєктованих об'єктів самого різного призначення.

В подальшому необхідно конкретизувати значення кожного коефіцієнта вагомості.

### *Література*

1. Князева В.П. Экологические аспекты выбора строительных материалов: Методические указания к выполнению задания № 2 по архитектурному материаловедению. Изучение основ методики рационального выбора материалов для наружной и внутренней отделки проектируемого здания – 6 семестр обучения / В. П. Князева. – М.: МАРХИ, 2010. – 23 с.
2. Лапина О.А. Экологическая оценка строительных материалов / О.А. Лапина, А.П. Лапина // Наукoвeдeниe. – 2013. – № 5. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://naukovedenie.ru/PDF/20ergsu513.pdf>.
3. Кондратенко Т.О. Экологическая оценка при выборе строительных материалов для нового строительства, реконструкции и реставрации / Т.О. Кондратенко, А.В. Сайбель // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1299>.
4. Ильичев В.А. Принципы преобразования города в босферосовместимый и развивающий человека: Научная монография / В. А Ильичев, С. Г. Емельянов, В. И. Колчунов и др. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 184 с.
5. Сергейчук О.В. Розробка методики оцінювання наслідків будівництва енергоефективних будівель на біосферу / О.В. Сергейчук, О.М. Щербакова // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – К.: КНУБА, 2016. – Вип. 8. – С. 350-355.

6. Живицкая Е.А. Системный анализ и проектирование / Е.А. Живицкая // Лекции и учебные пособия по системному анализу. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/zhivickaya/19.html>.
7. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні та будівництві підприємств, будинків і споруд : ДБН А.2.2-1-2003 [Чинні з 2004-04-01] зі Зміною № 1 [Чинна з 2010-07-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 26 с. – (Державні будівельні норми України). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-242#load>.

## РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Сергейчук О.В.

*Показатель биосферной совместимости материалов и изделий заводского изготовления, из которых возводится здание, является одним из параметров, входящих в формулу расчета комплексного показателя биосферной совместимости здания. Предложена и рассматривается методика расчета показателя биосферной совместимости строительных материалов и изделий, основанная на применении обобщенной функции желательности Харрингтона.*

*Ключевые слова: биосферная совместимость, функция желательности, комплексный показатель, весовой коэффициент, предельно допустимая величина.*

## PERFORMANCE CALCULATION FOR BIOSPHERE COMPATIBILITY FABRICS AND CONSTRUCTION MATERIALS

Sergeychuk O.

*The performance for the biosphere compatibility prefabricated fabrics and related materials in the field to form finished building units, is considered one of the parameters being incorporated into calculation formula of the complex performance biosphere compatible building. It has been proposed and presented a methodology for calculating the performance of biosphere compatibility fabrics and construction materials, based on an application to summary tasks of Harrington's desirability.*

*Keywords: biosphere compatibility, desirable task, complex performance, weighting coefficient, maximum permissible value.*