

**M. V. Mykytas**

***System geometric interpretation***

*The article describes one of the stages of developing effective methods for analyzing the set of possible development scenarios and forecasting the effectiveness of the functioning of clusters. The purpose of this article is to search for approaches and concepts to objectivize and identify the main structural system elements of an energy-efficient architectural and construction cluster with adaptive properties. A "cluster" model can be viewed as a collapsible-structured model with geometric components, a geometric design or a geometric representation of an element model can describe the representations of a set of geometric and graphical methods. The main ways to objectify the system of key indicators are defined. Due to the fact that the internal structure of an adaptive energy-efficient architectural and construction cluster contains a significant number of structural elements, their analysis and coordination require separate consideration in subsequent publications.*

**Key words:** *system-geometric modeling, adaptability, energy efficiency, architectural and construction cluster.*

УДК 691

**Л.В. Чуприна,**

канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-4807-1479

**М.В. Кулік,**

канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-4880-5217

**С.С. Іщенко,**

студент

Запорізький національний технічний університет

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ПОРІВНЯННІ РІЗНИХ АСПЕКТІВ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

*У даній статті розглянуті методи екологічної оцінки будівельних матеріалів за показниками їх гігієнічної безпеки, визначені ці критерії безпеки і характеристики для оцінки впливу будівельних матеріалів на здоров'я людини. На їх основі розробили екологічні шляхи покращення санітарно-гігієнічних властивостей оздоблювальних матеріалів.*

**Ключові слова:** *екологічна оцінка, будівельні матеріали, життєвий цикл матеріалу.*

**Вступ.** Якість сировини для виробництва будівельних матеріалів і самих будівельних матеріалів, що визначається ДСТУ та ТУ, в основному оцінюється за технологічними і технічними характеристиками і лише невелика доля окремих гігієнічних вимог, що стосуються охорони праці і транспортування, подається у вигляді показників, що практично не дозволяють оцінити міру їх небезпеки для здоров'я населення. Для комплексної екологічної оцінки матеріалів необхідно знати всю сукупність негативних властивостей і їх вплив на здоров'я людини, тобто його гігієнічну безпеку на всіх стадіях життєвого циклу матеріалу, а в даному випадку, перш за все, на стадії його експлуатації, оскільки від вибору матеріалу для інтер'єру залежить не лише безпека житла, але і його комфорт. Вводяться нові поняття -

екологічна оцінка, життєвий цикл матеріалу (ЖЦМ), класифікація матеріалів згідно з вимогами щодо захисту навколишнього середовища, екологічно доцільний вибір будівельних матеріалів. Ця позиція визначена в міжнародних стандартах серії ISO (ISO) 14000 «Система управління якістю навколишнього середовища» і, зокрема, стандартами ISO 14040-14044, орієнтованими на екологічне якість продукції. Такий підхід спрямований на забезпечення «сталого будівництва», «стійкої реставрації». При цьому акцент робиться на вирішення основних, глобальних екологічних проблем - ресурсозбереження та запобігання забрудненню навколишнього середовища при будівництві.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Застосування методу екологічної оцінки будівельних матеріалів представлені в роботах В. І. Доненко, Ю. А. Матросова, В. Д. Жвана, А. Н. Дмитриев, И. Н. Ковалев, Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин. В цих дослідженнях можна знайти інформацію про забезпечення екологічної безпеки будівель.

**Постановка завдання** – забезпечення екологічної безпеки будівель є однією з найважливіших складових частин санітарно-епідеміологічного благополуччя людини. В даний час актуальність даної проблеми зростає через інтенсивне впровадження полімерних будівельних матеріалів, що містять різні хімічні добавки, нерідко у вигляді промислових відходів, широкого використання синтетичних миючих і косметичних засобів, що поряд з відносним підвищенням комфорту проживання істотно збільшило сумарне хімічне навантаження на організм людини і нерідко робить житлове і виробниче приміщення екологічно небезпечне для людини. Тому, проблема екологічної безпеки будівельних матеріалів в Україні, є завданням цієї наукової статті.

**Основна частина.** Методичні підходи до екологічної оцінки будівельних матеріалів згідно стандартів ISO - 14000 можуть бути різними, але обов'язково аналізуються пов'язані з ними навантаження на навколишнє середовище по життєвому циклу матеріалу. При такому підході враховується вплив не тільки самого матеріалу, але і процесів його, супроводжуваних від видобутку сировини для його виготовлення, до знищення, захоронення або, що більш переважно, повторного його використання для виготовлення нових матеріалів. Це дозволяє «замкнути» їх життєвий цикл і вирішити екологічні завдання - скоротити кількість відходів і сприяти ресурсозбереженню.

Оцінка екологічних ефектів взаємодії будівельних матеріалів з навколишнім середовищем базується на комплексі незалежних методів:

- метод порівняльного аналізу (експертний аналіз, метод міркувань) базується на наявній науковій інформації, її аналізі і наступних логічних міркуваннях. Він дає відносну оцінку навантажень на людину і навколишнє середовище і дозволяє розташувати порівнювані матеріали в порядку екологічного переваги, класифікувати їх по екологічній якості. Результатом є карти екологічного вибору будівельних матеріалів, якими може користуватися споживач;

- системний аналіз (метод «чорного ящика») полягає в аналізі та математичній оцінці всіх вхідних і вихідних потоків. Використовується для розрахунку «екобалансу», впливів матеріалу на середу і оцінки наслідків цих впливів;

- метод графів (орієнтовані графи для вирішення багатокomпонентних еколого-економічних завдань) дозволяє оцінити прямі і зворотні зв'язки – «якість будівництва - якість середовища»;

- кваліметричний метод (для оцінки інтегральної якості матеріалу).

Зазвичай методика екологічної оцінки будівельного матеріалу по його життєвому циклу складається з наступних основних частин:

- Розробки та опису життєвого циклу продукту.
- Оцінки впливів, що виникають протягом життєвого циклу.
- Аналіз, спрямований на вдосконалення якості продукту.
- Аналіз, спрямований на екологічну класифікацію продукції і обґрунтований вибір матеріалів для використання в будівництві.

Екологічна оцінка навантажень будівельних матеріалів на навколишнє середовище повинна проводитися по п'яти складовим біосфери: атмосфері, гідросфері, літосфері (грунт, сировина), енергії і біотичних компонентів (включаючи людину).

При екологічну оцінку матеріалів, в першу чергу, необхідно враховувати негативні впливи, що призводять до загострення глобальних екологічних проблем, таких як парниковий ефект, пошкодження озонового шару, забруднення ґрунтів, виснаження ресурсів і т.п.

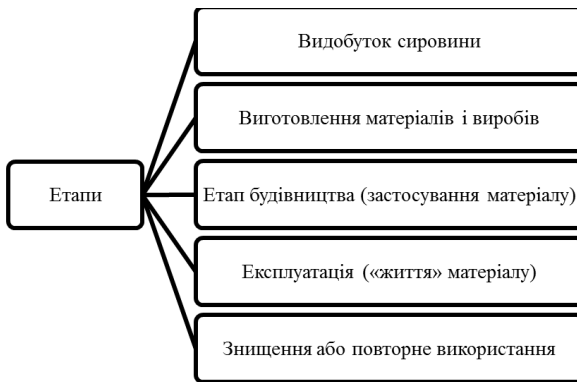


Рис. 1 - Принципова схема оцінки екологічних ефектів по життєвому циклу матеріалу

Для першого етапу ЖЦМ - видобутку сировини, при екологічній оцінці необхідно враховувати його видобувний запас, який визначається на основі технічних, економічних і екологічних факторів для конкретного регіону. Видобуток сировини є важливим етапом життєвого циклу матеріалу. Для деяких видів сировини відомо, що їх запас вичерпується в короткий (доступний для огляду) термін, якщо продовжиться видобуток на цьому рівні. Цей процес у багатьох випадках призводить до пошкодження екосистем: виділенню викидів (при видобутку вугілля) або можливості екологічних катастроф.

На етапі виробництва БМ необхідно аналізувати, з якими негативними наслідками для навколишнього середовища належить зіткнутися і зважати на викиди у навколишнє середовище. Найбільш повну інформацію для цього етапу ЖЦМ можна отримати з екологічного паспорта підприємства, що випускає даний матеріал. На цьому етапі існує цілий ряд серйозних проблем: шкідливі викиди в ґрунт, воду, повітря, відходи і використання великої кількості енергії.

На етапі будівництва важливо попередньо визначити термін придатності різних матеріалів, будівельних елементів і всієї будівлі, а також оцінити довговічність матеріалу. Показником для кращого вибору матеріалів в будівництві стає його

довговічність. Високий показник довговічності означає, що матеріал довго зберігає всі свої властивості і має більший термін використання до ремонту або заміни виробу. Завдяки продовженню періоду використання матеріалу або довговічному його використанню навантаження на навколишнє середовище на цей період зменшується. Важливо, щоб довговічність матеріалів окремих будівельних вузлів завжди відповідала життєвому терміну всієї будівлі. При екологічну оцінку матеріалу враховується - чи можливо утворення відходів, чи можливі викиди в навколишнє середовище шкідливих речовин при виробництві будівельних робіт. Акцент при оцінці продукції оздоблення робиться на аналіз впливу матеріалу на здоров'я мешканців. Критерієм для відбраковування має стати наявність у складі матеріалу шкідливих для здоров'я речовин. Слід уникати застосування таких матеріалів в житлових і громадських будівлях.

На етапі експлуатації екологічне навантаження в великій мірі визначена вибором, зробленим на попередніх етапах, і тут додатково необхідно визначити експлуатаційні витрати на догляд за матеріалом для збереження його властивостей. Заборона на їх використання може бути заснована на показниках, що характеризують якість внутрішнього середовища в будівлі (вологість, шум).

На останньому етапі життя матеріалу постає питання про оцінку можливості його використання повторно без значної додаткової переробки (дерев'яні двері, дерев'яні віконні рами і т.п.). Тому критерієм для екологічної оцінки матеріалу стає можливість його реставрації, ремонтпридатності. За допомогою реставрації або дбайливого догляду за конструкціями і матеріалами можна подовжити термін їх придатності. У цьому випадку кількість будівельних відходів може бути скорочено. Якщо відходи після зламу будівлі потраплять в навколишнє середовище (звалища і т.п.), екологічне навантаження визначається поєднанням їх шкідливості і до розпаду в природному середовищі.

Оціночні показники присвоюються матеріалу за наступними «екофакторам»:

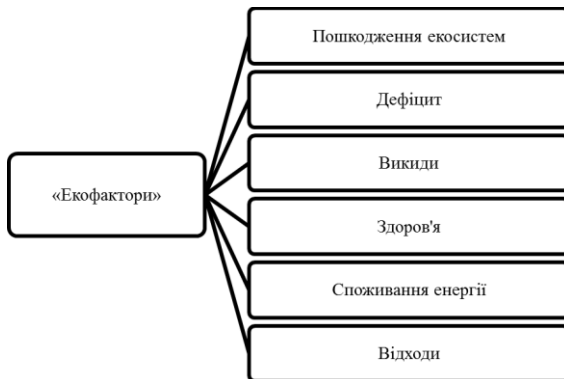


Рис. 2 - Оціночні показники екологічних властивостей матеріалу.

Нижче наведені смислові значення перерахованих показників широко використовуваних сьогодні в світовій практиці екологічної оцінки будівельних матеріалів в рамках стандартів ISO 14000.

**Пошкодження екосистем.** Екосистемою вважається поєднання живих (рослини і тварини) і неживих компонентів (факторів), таких як ґрунт, повітря, вода, клімат і ін. На обмеженій території. Під пошкодженням мається на увазі - на скільки порушена рівновага в екосистемі, знижено якість середовища та чи враховується як пошкодження екологічних цінностей, так і естетичні цінності екосистеми. Порушення динамічної рівноваги може тривати десятки або сотні років до того, як відновиться нову рівновагу на цій території.

**Дефіцит.** З екологічної точки зору дефіцит означає, що вилучення нами ресурсу випереджає заповнення його природним середовищем. Внаслідок екологічних, економічних або технічних факторів вживається запас сировини стає значно менше, ніж реально існуючий. Запас багатьох сортів сировини кінцевий. Це відноситься до сировини як мінерального, так і органічного походження.

**Викиди.** Під час життєвого періоду матеріал або виріб можуть виділяти шкідливі речовини. Йдеться про викид твердих, рідких і газоподібних шкідливих речовин в ґрунт, воду або повітря. Наприклад, такими можуть бути важкі метали з консервантів для деревних будівельних матеріалів, цинк з покрівель і т.п.

Особливо небезпечними вважаються викиди призводять до глобальних екологічних проблем: пошкодження озонового шару, потепління (парниковий ефект), випадання кислотних дощів. Це можливо через виділення хлор, фтор вуглеводнів при виробництві полімерних матеріалів і т.п.; викидів вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>); сірчистого газу (SO<sub>2</sub>).

До категорії надзвичайно небезпечних відносять викиди при катастрофах (аварії відбуваються при перевезенні нафти, пожежах тощо). Це трапляється не часто, але в разі катастроф наслідки для людини і навколишнього середовища можуть бути надзвичайними. Тому, навіть коли шанс катастрофи невеликий, його слід вважати важливим негативним екологічним аспектом і при виборі матеріалу слід уникати застосування матеріалів через високий ступінь ризику за цим показником.

**Споживання енергії.** При споживанні енергії мова йде не тільки про її необхідність для виробництва матеріалу, але і для його видобутку і транспортування. Вживання енергії означає, з одного боку, витрата дефіцитної сировини, а з іншого боку - викид шкідливих речовин, наприклад, вуглекислого газу (впливає на тепличний ефект), оксидів азоту (найсильніші окислювачі, які призводять до утворення смогу), сірчистого газу (є причиною появи кислотних дощів) і т.п.

**Здоров'я.** Вплив матеріалів на людину і на навколишнє середовище оцінюється за інтегральним показником «здоров'я». Вплив будівельного матеріалу на здоров'я людини аналізується для кожного етапу його життєвого циклу, негативний вплив може мати :

- при видобутку сировини (наприклад, пил викликає всілякі захворювання: алергію, астму, силікоз легенів у робітників);
- при будівництві (вплив розчинників фарб, волокон і т.п.);
- при виробництві (в результаті катастроф і аварій та ін.);
- при експлуатації (в повітря приміщень виділяються небезпечні речовини: формальдегід, радон, що впливають на здоров'я мешканців);
- при переробці відходів поблизу населених пунктів (вплив азбесту, пилу, газів від спалювання і т.п. на здоров'я робітників і мешканців).

**Відходи.** Сучасна промисловість будівельних матеріалів випускає тисячі найменувань різноманітної продукції. Причому в сферу матеріального виробництва залучається у багато разів більше вихідної сировини, ніж випускається готових продуктів. Частина відходів втрачається зі стічними водами, з газами, що відходять,

при запилюванні твердих продуктів в результаті чого забруднюються атмосфера, гідросфера, ґрунт. Для складування твердих відходів споруджуються спеціальні відвали і полігони, що займають цінні земельні площі.

На видалення відходів виробництва витрачається, в середньому, 8-10% вартості виробленої продукції. Транспортування, складування, концентрування, знешкодження, поховання, уловлювання відходів щорічно поглинає мільярди грн. З іншого боку, відходи виробництва можуть стати потужним джерелом сировини для промисловості. Тому слід завжди враховувати можливість повторного використання будівельних матеріалів або можливості їх переробки в новий матеріал.

**Висновки.** Майже жоден матеріал не може бути названий «екологічно чистим». Жоден матеріал не може бути виготовлений без витрат матеріальних ресурсів і енергії. Але, розглядаючи життєвий цикл матеріалу, можна для кожного його виду виділити небажані, з екологічної точки зору, впливу на навколишнє середовище (тобто властиві йому негативні екологічні якості) і намагатися не застосовувати матеріали з високим рівнем навантаження на середовище і людину. Відмова від застосування таких матеріалів буде стимулювати розвиток виробництв випускають матеріали екологічно безпечних і для людини і середовища.

При порівнянні різних аспектів впливу матеріалу на навколишнє середовище при аналізі ЖЦМ важливо врахувати, чи можливо взагалі, а, якщо можливо, то в який термін усуваються пошкодження, завдані навколишньому середовищу при їх використанні. Можливо більш доцільно поставити питання про невикористання цього матеріалу. Важливу роль при оцінці також відіграє наявність екологічних, технічних і економічних можливостей в країні, де буде використаний матеріал. Загальним при оцінці і при виборі матеріалу є необхідність завжди враховувати, що збільшення обсягу робіт, який обумовлений даними вибором, практично завжди призводить також до збільшення обсягу проблем. Наприклад, при виборі оздоблювального матеріалу слід передбачити, які (і в якій кількості) допоміжні матеріали будуть потрібні для його надійного використання.

Визначення рівня екологічності товарів дає змогу визначити пріоритетні з погляду мінімізації впливу на довкілля напрямки розвитку товаро-виробництва. Однією з найголовніших переваг формування та розвитку ринку товарів високого рівня екологічності є підвищення екологічної безпеки країни, яка є складовою національної безпеки.

### **Список літератури:**

1. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.— 480 с.: ил
2. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А. Н. Дмитриев, И. Н. Ковалев, Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с
3. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения // Ю. А. Матросов – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.
4. Корбут В.П. Вимоги до енергоефективних технологій і якості повітря при формуванні внутрішнього мікроклімату споруд // науковотехнічний збірник «Енергозбереження в будівництві та архітектурі». Випуск 3. Відповідальний редактор А.М. Тугай. К.:КНУБА, 2012 р. – 162 с.
5. Бондар-Підгурська О.В. Науково-методичні підходи до оцінки енергоефективності як фактора конкурентоспроможності промислової продукції в

інноваційній моделі розвитку України // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки, вип. 22, ч.П. – Кіровоград: КНТУ, 2012.– 470 с.

**М.В. Кулик, С.С. Ищенко, Л.В. Чуприна**

***Применение методов экологической оценки строительных материалов при сравнении различных аспектов воздействия на окружающую среду***

*В данной статье рассмотрены методы экологической оценки строительных материалов по показателям их гигиенической безопасности, определены эти критерии безопасности и характеристики для оценки влияния строительных материалов на здоровье человека. На их основе разработали экологические пути улучшения санитарно-гигиенических свойств отделочных материалов.*

***Ключевые слова: экологическая оценка, строительные материалы, жизненный цикл материала.***

**M. Kulik, S. Ishchenko, L. Chupryna**

***Application of environmental assessment methods for building materials when comparing various aspects of environmental impact***

*This article discusses the methods of environmental assessment of building materials in terms of their hygienic safety, identifies these safety criteria and characteristics to assess the impact of building materials on human health. On their basis, we developed ecological ways to improve the sanitary and hygienic properties of finishing materials.*

***Keywords: environmental assessment, building materials, material life cycle.***

**УДК 69.05**

**О.Л. Ищенко,**

асистент

ORCID: 0000-0002-4152-6135

**В.Д. Жван,**

канд. техн. наук, профессор

ORCID: 0000-0002-2541-2066

**В.В. Долгов,**

студент

ORCID: 0000-0003-0457-4338

Запорізький національний технічний університет

## **ВІДНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ДІЮЧИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Промисловість – один з найбільш енергоємних секторів економіки, цей сектор має достатньо великий потенціал до енергозбереження. Процес формування енергозбереження інженерних систем промислового підприємства, що підлягає комплексному відновленню, – це активна система реалізації функції енергозбереження, оскільки при цьому застосовуються рішення, пов'язані з інженерними мережами та обладнанням. В статті проведено аналіз методів підвищення енергоефективності інженерних систем та розглянуто особливості використання енергозберігаючих технологій при відновленні інженерних мереж діючих промислових підприємств.*