

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота / проект

II рівень вищої освіти (магістерський)

**на тему «Інтегративність будівельних процесів з вимогами
навколишнього середовища»**

Виконав: студент 2 курсу,

групи: 8.1929-пцб

спеціальності:

192 - Будівництво та цивільна інженерія

освітньої програми Промислове і цивільне
будівництво

спеціалізації: -

Сергєєв Віктор Васильович

Керівник доцент, к.т.н. М.О. Полтавець

Рецензент ст. викл. Данкевич Н.О.

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра _____ Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма _____ «Промислове і цивільне будівництво»
(шифр і назва)
Спеціалізація _____ -
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри промислового та
цивільного будівництва
проф. І.А. Арутюнян
“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Сергеев Віктор Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) _____ Інтегративність будівельних процесів з вимогами навколишнього середовища _____

керівник роботи _____ Полтавець Марина Олександрівна,
доц., к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)







затверджені наказом ЗНУ від “25” 05 2020 року № 599-с
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2020 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз сучасних підходів та понять надійності та енергоефективності будівництва. Методологія формування інтегративних процесів в будівництві. Розрахункові дослідження біоінтегративних процесів в будівництві

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

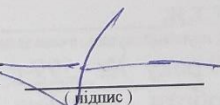
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Полтавець М.О., доц.		
Розділ 2	Полтавець М.О., доц.		
Розділ 3	Полтавець М.О., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз сучасних підходів та понять з надійності та енергоефективності будівництва	1 жовтня	
2	Розділ 2. Методологія формування інтегративних процесів в будівництві	1 листопада	
3	Розділ 3. Розрахункові дослідження біоінтегративних процесів в будівництві	1 грудня	

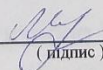
Студент


(підпис)

Сергеев В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)


(підпис)

Полтавець М.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Данкевич Н.О.

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Сергєєв В.В. Інтегративність будівельних процесів з вимогами навколишнього середовища.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Науковий керівник доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Полтавець М.О. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2020 р.

Проаналізовані сучасні підходи та поняття з надійності та енергоефективності будівництва шляхом визначення ролі організаційно-технологічної надійності в будівництві. Розглянуті методи визначення рівня надійності виробничих процесів в будівництві. Визначена методологія формування інтегративних процесів в будівництві, техногенний вплив процесів будівництва на навколишнє середовище. Розкрито поняття біоінтегративності будівництва. Визначена ефективність екологізації в будівництві. Виконані розрахункові дослідження біоінтегративних процесів в будівництві. Визначений об'єкт для виконання практичного дослідження. Виконані розрахунки біоінтегративних показників будівельних процесів при виконанні ремонтно-будівельних процесів.

Ключові слова: надійність, будівництво, інтеграція, якість, показники, безпека, продукція, виробництво, експлуатація, екологія.

Список публікацій магістранта:

1. Сергєєв В.В., Полтавець М.О. Інтегративність будівельних процесів з вимогами навколишнього середовища. *Збірник наукових праць кафедри ПЦБ*: матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів (24-27 листопада 2020 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ІННІ ЗНУ 2020. С. 201.

ABSTRACT

Sergeev V.V. Integration of construction processes with environmental requirements.

Qualification final work for obtaining a master's degree in the specialty 192 "Construction and Civil Engineering". Supervisor Associate Professor of Industrial and Civil Engineering Poltavets M.O. Zaporizhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Construction, 2020.

Modern approaches and concepts of reliability and energy efficiency of construction by determining the role of organizational and technological reliability in construction are analyzed. Methods for determining the level of reliability of production processes in construction are considered. The methodology of formation of integrative processes in construction, technogenic influence of construction processes on the environment is determined. The concept of biointegrativeness of construction is revealed. The efficiency of greening in construction is determined. The concept of biointegrativeness of construction is revealed. The efficiency of greening in construction is determined. Calculated researches of biointegrative processes in construction are executed. An object has been identified for practical research. Calculations of biointegrative indicators of construction processes at performance of repair and construction processes are executed.

Keywords: reliability, construction, integration, quality, indicators, safety, products, production, operation, ecology.

List of postgraduate publications:

1. Сергєєв В.В., Полтавець М.О. Інтегративність будівельних процесів з вимогами навколишнього середовища. *Збірник наукових праць кафедри ПЦБ: матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів (24-27 листопада 2020 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ІННІ ЗНУ 2020. С.201*

АННОТАЦИЯ

Сергеев В.В. Интегративность строительных процессов с требованиями окружающей среды.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 «Строительство и гражданская инженерия». Научный руководитель доцент кафедры промышленного и гражданского строительства Полтавец М.А. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно-научный институт, кафедра промышленного и гражданского строительства, 2020

Проанализированы современные подходы и понятия по надежности и энергоэффективности строительства путем определения роли организационно-технологической надежности в строительстве. Рассмотрены методы определения уровня надежности производственных процессов в строительстве. Определена методология формирования интегративных процессов в строительстве, техногенное воздействие процессов строительства на окружающую среду. Раскрыто понятие биоинтегративности строительства. Определена эффективность экологизации в строительстве. Выполнены расчетные исследования биоинтегративных процессов в строительстве. Определенный объект для выполнения практического исследования. Выполнены расчеты биоинтегративных показателей строительных процессов при выполнении ремонтно-строительных процессов.

Ключевые слова: надежность, строительство, интеграция, качество, показатели, безопасность, продукция, производство, эксплуатация, экология.

Список публикаций магистранта:

1. Сергеев В.В., Полтавец М.О. Интегративність будівельних процесів з вимогами навколишнього середовища. *Збірник наукових праць кафедри ПЦБ : матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів (24-27 листопада 2020 р., м. Запоріжжя)*. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ 2020. С. 201.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА ПОНЯТЬ З НАДІЙНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА	9
1.1 Значення організаційно-технологічної надійності в будівництві..	9
1.2 Методи визначення рівня надійності виробничих процесів	13
1.3 Актуальність впровадження енергоефективних технологій у сучасному будівництві України	23
2 МЕТОДОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВНИЦТВІ	35
2.1 Техногенний вплив процесів будівництва	35
2.2 Біоінтегративність будівництва.....	49
2.3 Ефективність екологізації в будівництві	65
3 РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОІНТЕГРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВНИЦТВІ	72
3.1 Визначення об'єкту для виконання практичного дослідження	72
3.2 Розрахунки показників біоінтегративності будівельних процесів	82
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	93

ВСТУП

Актуальність роботи. На сьогоднішній день сфера екологізації та енергоефективності у будівельній галузі набуває значення проблеми загальнодержавного характеру. Набувають поступового поширення інноваційні будівельні процеси зі збереження надійності будівельних об'єктів з поєднанням безпечності, придатності до нормальної експлуатації та довговічності.

В умовах триваючого сповільнення темпів активізації будівельного ринку, зменшення кількості будівельних проектів, що підлягають підготовці та впровадженню, і відповідного зменшення обсягів будівельних та спеціальних робіт, спостерігається системна траєкторія руху організації будівництва до зростання вимог до провідних учасників проектів щодо біологічної інтегративності будівництва як провідної складової конкурентоспроможності проектів будівництва, однієї з ключових вимог їх успішного впровадження – впродовж всього життєвого циклу проектів.

На теперішній час відсутні дієві механізми посилення мотивації учасників будівництва до залучення принципів біоінтегративності при розробці архітектурно-будівельних рішень. Дана тенденція формує суперечливі вимоги і критерії оцінки проектів щодо створення нових продуктів та сервісів. У таких умовах особливої актуальності набувають інноваційні механізми управління будівельними проектами та програмами, які базуються на модернізації інвестиційно-будівельного циклу та системи організації будівництва на принципах біосферної інтеграції.

Реалізація цих принципів в умовах триваючого спаду будівельного виробництва стає важливим чинником залучення інвестицій у вітчизняне будівництво, що дотримуються положень біоінтегративного будівництва. Реалізація перспектив біоінтегративного будівництва в контексті його організації гальмується відсутністю належних методологічних, науково-теоретичних та прикладних розробок. Тому створення методик організації

будівництва для методологічного обґрунтування та прикладного супроводу проектів будівництва на засадах біоінтегративності у форматі вітчизняного будівельного девелопменту є актуальною проблемою, що потребує вирішення, і визначає мету, завдання даної дисертаційної роботи та зміст подальших досліджень.

Мета роботи – дослідження і розробка методологічних напрямів з визначення біологічної інтегративності будівельних процесів в умовах функціонування навколишнього середовища .

Завдання дослідження:

- проаналізувати сучасні підходи та поняття з надійності та енергоефективності будівництва;
- розгляд та обґрунтування методології формування інтегративних процесів в будівництві;
- виконати експериментальні дослідження біоінтегративних процесів в будівництві за допомогою показників біоінтегративності.

Предмет дослідження - методи і алгоритми пошуку оптимальних рішень організації будівельного виробництва на базі впровадження біоінтегративних технологій.

Об'єкт дослідження - система ефективної реалізації та організації будівельного виробництва на етапі послідовної оцінки рішень по впровадженню біоінтегративних технологій.

Науково-практичне значення дослідження полягає у вирішенні завдань щодо впровадження біологічно-інтегративних технологій в процес будівельного виробництва на основі пошуку раціональних рішень в частині мінімізації витрат на їх впровадження та експлуатацію при досягненні найбільшого ефекту з екологізації та збереження навколишнього середовища.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА ПОНЯТЬ З НАДІЙНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА

1.1 Значення організаційно-технологічної надійності в будівництві

Будівництво — це галузь виробництва, що охоплює процеси, пов'язані з зведенням будинків та інших споруд, з їхнім розширенням, реконструкцією, ремонтом, розбиранням і пересуванням. Надійність у будівництві може проявлятися в різних областях: надійність будівельних конструкцій та проектних рішень, економіки, технології, організації будівництва та управління ним тощо.

Надійність – це безвідмовність, тобто властивість об'єкта зберігати працездатність протягом певного часу без вимушених перерв. У широкому розумінні надійність об'єкта пов'язують з комплексом його властивостей: безперервно зберігати працездатність протягом певного часу, безперервно зберігати значення встановлених показників якості в заданих межах у процесі експлуатації, бути пристосованим до проведення ремонтів і технічного обслуговування, протистояти зовнішнім впливам та внутрішнім збуренням [3, 5].

Надійність розглядається як необхідна здатність виконувати певне завдання або як імовірність виконання певної функції або функцій протягом заданого терміну в існуючих умовах, тобто як безвідмовність виконання проектних дій. Безвідмовність – властивість системи безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або напрацювання. А працездатність – потенційна можливість виконувати необхідну діяльність на заданому рівні ефективності протягом певного часу.

Стосовно особливостей та унікальних властивостей будівельного виробництва, надійність виконання будівельних процесів характеризується технологічними та організаційними заходами її забезпечення. Оптимальний

рівень надійності будівлі визначають за умови мінімуму витрат на будівництво та експлуатацію за весь період її існування.

На перший погляд здається, що надійність технічних об'єктів повинна бути якомога вищою; найкраще робити їх абсолютно безвідмовними. Однак, досвід вказує на неможливість такого рішення.

Існують дві причини, що унеможливають максимальну надійність технічних об'єктів: навряд, чи можна назвати якийсь технічний пристрій, який нескінченно довго повною мірою виконує свої функції, не зважаючи на найвищий рівень кадрового, матеріально-технічного і фінансового забезпечення космічної галузі, нерідко трапляються невдалі запуски чи стиковки, а також відмови обладнання на борту.

Надійність будівельного об'єкту – це термін, що визначає безпеку і довговічність при функціональній придатності об'єкта і збереження його технічних і економічних параметрів, це властивість об'єкту зберігати в часі у встановлених межах значення усі параметри, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування [4, 7, 16].

Стосовно будівельного об'єкту надійність розподіляється в часі на проектну, початкову та експлуатаційну (рис. 1.1). При цьому експлуатаційна надійність має пряму залежність від фактичної та проектної, як і фактична від проектної.

Надійність будівельного об'єкта залежить від якості виконання будівельно-монтажних робіт, умов його експлуатації та своєчасного виконання профілактичних і ремонтних робіт. Незаперечним фактом є те що, будівельний об'єкт, що вводиться в експлуатацію, повинен бути надійним та безпечним. Проте нормальна експлуатація об'єктів нерухомості буде можлива лише тоді, коли буде дотримано вимоги до якості при будівництві.

Встановлена надійність має бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме: вишукування і проектування; виготовлення, транспортування та зберігання будівельних виробів; освоєння будівельного

майданчика та зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію; використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації, оцінка технічного стану, ремонт; реконструкція й подальше використання у нових умовах; ліквідація об'єкта [25].

Практика показує, що при зростанні обсягів будівництва дедалі частіше спостерігаються випадки порушення будівельних норм і правил, і як наслідок – небезпечною стає експлуатація зведених при цьому об'єктів. Оскільки питання якості будівельних робіт найчастіше постає при оцінці виконання підрядних робіт, при прийнятті в експлуатацію завершених будівельних об'єктів, тобто на завершальній стадії, то поняття якості будівельних робіт сприймається по-різному, а відповідно різними є підходи науковців до формулювання цього поняття.

Якість будівельного об'єкту, перш за все, проявляється в його здатності повною мірою відповідати своєму призначенню та бути безпечним. Тому якість побудованого об'єкта залежить від якості планування капітального будівництва, якості проектування, якості використаних у будівельному виробництві будівельних матеріалів та виробів, якості виконання будівельно-монтажних робіт [17, 20].

Якість будівельних робіт - це сукупність суттєвих для даного виду робіт властивостей: технічних, економічних та інших суспільно-важливих властивостей продукції (робіт, послуг), закріплених у нормативно-технічній документації та договорах на будівництво.

Відповідно, важливим елементом якості будівельних робіт є сукупність властивостей, яким мають відповідати такі роботи. Серед таких властивостей виділяють:

- функціональні – рівень відповідності основному призначенню (забезпечення санітарно-гігієнічних та побутових умов, комфортних умов життя, відпочинку);

- технологічні – поєднання ефективності технологічного процесу і рівня продуктивності праці із собівартістю;

– конструктивні, що характеризують здатність об'єкта будівництва зберігати у часі (в процесі експлуатації) у встановлених межах всі параметри, що характеризують здатність виконувати необхідні функції (міцність, довговічність, надійність);

– естетичні – архітектурна виразність зовнішнього вигляду об'єкта будівництва, ретельність і акуратність виконання будівельно-монтажних і спеціальних робіт, санітарно-технічного обладнання;

– ергономічні – ступінь придатності об'єкта будівництва до потреб людини, погодженість за геометричними, силовими та іншими характеристиками.

У сучасному житті якість будівництва оцінюється шляхом співставлення параметрів об'єкта будівництва з вимогами будівельно-технічної документації – проектів, ДБН, ДСТУ, інструкцій тощо, які спрямовані на дотримання учасниками будівництва вимог щодо побудови будівель та споруд без дефектів та недоліків, а також забезпечення надійності та безпеки об'єкта будівництва. До того ж вони забезпечують якість будівництва на основі впровадження досягнень науки, техніки та передового досвіду в практику проектування та будівництва [6,22].

Врахуванням принципів безпечності будівельної продукції по відношенню до здоров'я людини та забезпечення охорони навколишнього природного середовища займаються технічні норми та правила в будівництві.

Під час проектування будівлі передбачають визначений (теоретичний) рівень надійності та безпечності її конструкцій і вузлів. Залежно від якості виробів і монтажу, початкова надійність будівлі завжди менша за теоретичну. З першого дня експлуатації будівлі (конструктивного елемента) в окремих її вузлах і конструкціях починають відбуватися зміни, які спричиняють погіршення їх технічних характеристик і показників. Ці зміни за важливістю й інтенсивністю різні: одні приводять до погіршення комфорту приміщень, інші – до аварій і руйнувань усієї будівлі; одні можна швидко усунути, інші – усунути неможливо; одні відбуваються повільно і безупинно, інші –

випадково, безсистемно. Але всі зміни через якийсь проміжок часу приводять до порушення працездатності будівлі (неможливості виконання заданих функцій). Отже, протягом усього терміну нормального функціонування існує ймовірність (можливість) виходу з ладу будівлі чи окремих її елементів. Чим менша така ймовірність, тим надійніша будівля. Тому надійність також можна розуміти як збереження якості в часі.

При цьому без базової нормальної якості зведення будівлі не може бути мови про її надійність. Низька якість зведення будівлі спричинить в процесі експлуатації додаткові витрати матеріалів, праці і коштів на перероблення і ліквідацію браку, допущеного в процесі зведення будівлі.

Встановлення певного рівня надійності технічних об'єктів відбувається регулюючи співвідношення між їх властивостями та впливами експлуатаційного середовища.

Експертними методами виявляється та фіксується відхилення від встановлених будівельних вимог та правил, визначається, до яких саме змін призвело (призведе) будівництво об'єкта, та як саме впливає (вплине) заміна матеріалів, конструкцій, що допущена в ході будівництва, на можливість існування будови без повного чи часткового руйнування, а зміна об'ємно-планувальних рішень – на можливість та зручність експлуатації внутрішніх приміщень збудованого об'єкта нерухомості [13, 18, 20].

Відсутність в конструкціях на момент обстеження ознак аварійного чи непридатного для експлуатації технічного стану сама по собі не може слугувати об'єктивною оцінкою безвідмовності, про що свідчить аналіз аварійних обвалень об'єктів будівництва. Так, допущення помилок при проектуванні, наприклад, невідповідність прийнятої розрахункової схеми дійсній роботі конструкції може навіть в початковий період експлуатації (при відсутності дефектів та експлуатаційних пошкоджень) призвести до аварійного обвалення, наприклад, при реалізації граничних розрахункових значень тимчасових розрахункових навантажень (снігового, вітрового або

корисного). Хоча при менших рівнях навантаження візуальних відхилень від параметрів нормального чи задовільного стану не спостерігається.

Очевидно, що підвищити рівень надійності можна лише за рахунок збільшення вартості об'єкта (більші перерізи елементів, якісніші матеріали, резервування, контроль експлуатаційних впливів за допомогою додаткових пристроїв тощо). Залежність початкової вартості **Вп** від рівня надійності зображена на рисунку 1.2 зростаючою кривою.

З іншого боку, зростання рівня надійності зменшує експлуатаційні видатки **Ве** на технічне обслуговування й ремонти та втрати від імовірних відмов (відновлення об'єкта, збитки від простоїв, неекономічні втрати). Сума початкової вартості об'єкта **Вп** та вартості його експлуатації, включаючи збитки від відмов **Ве**, звичайно утворює криву **Вс**, яка має мінімум. Цей мінімум відповідає оптимальному рівню надійності даного об'єкта в певних умовах експлуатації. Зміна окремих складових вартості відповідним чином змінює оптимальний рівень надійності. Задача пошуку оптимального рівня надійності математично вирішувалася лише з урахуванням фінансових збитків і витрат на даному рівні розвитку суспільства і техніки. Соціальні втрати практично неможливо виразити у вартісному еквіваленті, тому ця задача розв'язується в основному на підставі інженерного досвіду.

Причини, чому проблема надійності стає дедалі важливішою: зростання вимог до якості функціонування об'єктів; зростання ступеню відповідальності об'єктів; зростання складності об'єктів і конструкцій; підвищення інтенсивності режимів експлуатації.

Надійність будівлі визначається надійністю складових елементів, які характеризуються трьома основними властивостями: безвідмовністю, тобто збереженням працездатності без вимушених перерв протягом заданого періоду часу до появи першої відмови (міжремонтний період); довговічністю, тобто збереженням працездатності до настання граничного стану з перервами на ремонтно-налагоджувальні роботи і усунення виниклих несправностей; ремонтпридатністю елементів будівлі до попередження і усунення відмов і

ушкоджень шляхом проведення технічного обслуговування і виконання планових і непланових ремонтів.

За безвідмовність об'єктів приймаємо відношення кількості однотипних елементів, які за цей проміжок часу можуть працювати безвідмовно, до загальної кількості цих елементів, що визначається наступною формулою:

$$B = N/N_0 \quad (1.1)$$

де B - безвідмовність елементу за цей проміжок часу; N_0 - число елементів цього типу, що пропрацювали безвідмовно протягом цього проміжку часу; N - загальне число елементів цього типу.

Довговічність об'єктів характеризується часом, протягом якого в будівлях і спорудах зберігаються експлуатаційні якості на заданому в проекті (нормах) рівні за умови проведення ремонтних робіт. Довговічність залежить від фізико-технічних характеристик конструкцій: міцності, тепло-, звукоізоляції, герметичності і інших параметрів [9, 15, 26].

Оптимальна довговічність будівлі визначається таким моментом часу, в якому залишкова вартість будівлі стає рівній вартості його обслуговування і ремонту.

Ремонтнопридатність об'єктів будівництва - економічний показник, визначається відношенням вартості ремонту до вартості зведення нової конструкції:

$$P = B_{\text{рем}}/B_{\text{нк}} \quad (1.2)$$

де P - ремонтнопридатність; $B_{\text{рем}}$ - вартість ремонту; $B_{\text{нк}}$ - вартість нової конструкції. Конструкція вважається ремонтнопридатною, якщо $P=0,5\div 0,8$. При $P>0,8$ конструкція неремонтнопридатна.

До параметрів, що характеризують надійність будівельних об'єктів і відносять: розрахункові значення навантажень на будівельні конструкції; внутрішні зусилля, напругу в елементах будівельних конструкцій; деформації і переміщення конструкцій, вузлів, основ; розкриття тріщин.

Умовою забезпечення надійності будівельного об'єкту є відповідність розрахункових значень параметрів надійності їх граничним значенням, що встановлюються нормами проектування будівельних конструкцій.

З часом значення параметрів надійності можуть змінюватися, тому на стадії проектування необхідно передбачити науково обґрунтований запас надійності, який би забезпечив безпечну експлуатацію будівлі і його окремих елементів протягом нормативного терміну їх служби (рис. 1.3).

В процесі експлуатації зниження надійності відбувається в результаті природно-кліматичних і технологічних дій і пов'язане з погіршенням технічних і пов'язаних з ними інших експлуатаційних показників - фізичним зносом.

На момент оцінки фізичний знос виражається співвідношенням вартості об'єктивно необхідних ремонтних заходів, що усувають ушкодження конструкції (елементу, будівлі) і їх відновної вартості в процентному відношенні.

Величина фізичного зносу визначає такі характеристики об'єкту як вартість і надійність.

Значення фізичного зносу визначає такі характеристики об'єкту як вартість і надійність.

Проведемо дослідження фізичного зносу промислових об'єктів. Визначимо фізичний знос промислового об'єкту деякою функцією Y , яка динамічно міняється в часі t .

Процес фізичного зносу може бути представлений:

- функцією амортизації будівлі $Y_{ам}$;
- функцією фізичного зносу по технічному стану $Y_{тех.ст.}$;
- функцією фізичного зносу по терміну служби $Y_{тер.сл.}$.

Кожна з представлених функцій зносу має своє достовірне обґрунтування (рис 1.4). При оцінці залишкової вартості об'єкту розрізняють усунений і неусувний знос.

Змінювані елементи будівлі можуть повністю замінюватися в процесі експлуатації будівлі і, відповідно, їх фізичний знос є повністю усуненим.

Незамінні елементи в процесі експлуатації будівлі повністю не замінюються, тому фізичний знос таких елементів може бути усунений лише частково. Проведення ремонтних робіт дозволяє понизити величину фізичного зносу будівлі, але не усунути його повністю, проте це дозволяє істотно збільшити термін служби будівлі.

Якість будівельних і монтажних робіт в період будівництва визначається наступними умовами:

- суворе дотримання проектних рішень;
- використання матеріалів і конструкцій, що відповідають проекту;
- дотримання вимог технологічних операцій і процесів;
- контроль виконання вимог проекту виконання робіт;
- своєчасне огляд прихованих робіт;
- наявність кваліфікованих кадрів;
- організація служби контролю та управління якістю.

Для забезпечення надійності об'єкта, що експлуатується протягом, наприклад, чверті розрахункового часу, необхідно організовувати обстеження будівель і споруд за такими етапами:

1. Попереднє обстеження.
2. Детальне інструментальне обстеження.
3. Визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах.
4. Аналіз і узагальнення результатів обстежень.

Детальне інструментальне обстеження включає комплекс робіт, пов'язаних з виявленням:

- а) факторів, які формують мікроклімат приміщень і їх кількісні показники, і порівняння отриманих результатів з нормативними вимогами;
- б) характеристик технічного стану несучих і огорожувальних конструкцій, включаючи теплотехнічні та міцнісні показники з визначенням

їх придатності для подальшої експлуатації у відповідності з нормативними вимогами.

Характер і обсяг натурних обстежень визначають конкретними завданнями, сформульованими замовником робіт.

При обстеженні стану несучих конструкцій будівлі і споруди також вивчаються несуча здатність фундаментів та міцнісні характеристики фундаментів, параметри яких повинні виключати деформації стін.

Основним завданням попереднього обстеження об'єкта є визначення загального стану будівельних конструкцій та внутрішнього середовища в приміщеннях, призначених для проживання або використання у виробничих та інших утилітарних цілях. При попередньому обстеженні визначають стан несучих і огорожувальних конструкцій з урахуванням їх надійності при екстремальних навантаженнях і впливах.

Детальне обстеження виконується у випадку, якщо експлуатаційна надійність конструкцій викликає побоювання і вимагає ремонту або підсилення [10, 14, 26].

При проектуванні в розрахунках використовують ряд коефіцієнтів, що характеризують конкретні умови при створенні або експлуатації об'єкта, серед яких можна назвати основні.

Коефіцієнт надійності матеріалу χ_m - враховує в процесі проектування можливий несприятливий відхилення характеристик використовуваних матеріалів від їх нормативних значень.

Коефіцієнт надійності за навантаженням χ_p - враховує можливий розкид навантажень і впливів.

Коефіцієнт надійності по відповідальності χ_n - враховує відповідальність будівель і споруд, що характеризується економічними, соціальними та/або екологічними наслідками у разі їх відмов.

Виконаємо дослідження вищезазначених коефіцієнтів для будівництва (рис. 1.5).

На сучасному етапі розвитку теорії надійності імовірнісні розрахунки з метою оцінювання імовірності відмови чи безвідмовної роботи виконуються лише для унікальних будівельних об'єктів. У випадку масового будівництва теорія надійності звичайно використовується в якості засобу регулювання рівня експлуатаційної надійності при розробленні норм проектування, які встановлюють вихідні дані та способи розрахунків конструкцій усіх видів.

Експлуатаційна надійність - надійність об'єкта при експлуатації з урахуванням впливу факторів навколишнього середовища. Формування процесів експлуатаційної надійності відображене в формулі (1.3):

$$ТД \in ТО \in СТН , \quad (1.3)$$

де ТД – технічна діагностика; ТО – технічне обслуговування; СТН – статистична теорія надійності.

Таким чином, і технічна діагностика і технічне обслуговування можуть і повинні бути спадкоємцями методів статистичної теорії надійності, оскільки є елементами теоретичної системи з позицій принципу системності і гармонізації.

Висновок про стан об'єкта робиться на підставі аналізу комплексу досліджень, що визначають міцність і надійність усіх несучих елементів, починаючи від стану ґрунтів основ до конструкцій покрівлі, а також з урахуванням забезпечення санітарно-гігієнічних нормативних вимог до приміщень будівлі або споруди [16].

Отже, надійність є властивістю, яка притаманна всій системі в цілому і не може приписуватися будь-якій її частині окремо. При об'єднанні декількох систем в одну суперсистему не можна стверджувати, що вона буде надійною, якщо її складові частини характеризуються надійністю. І навпаки, декілька ненадійних систем при об'єднанні можуть створити суперсистему. А також декілька систем можуть утворити надійне ціле при одному способі об'єднання і ненадійне – при іншому.

Таким чином, існує об'єктивна необхідність в удосконаленні існуючої парадигми організаційно-технологічної надійності будівництва, її зміни у

відповідності до існуючих ринкових відносин у будівництві, сучасного розуміння забезпечення комплексної надійності реалізації будівельних проектів та в подальшому безпеки об'єктів, як мультиплікативного потоку множини ключових показників проекту, який значною мірою залежить від взаємопов'язаних між собою організаційного, технологічного, економічного та управлінського потоків.

Україна має один із найбільших рівнів споживання енергоресурсів: 2,2% від світового споживання енергії при менше ніж 1% населення світу. Одна з причин інтенсивного енергоспоживання є застарілі технології й обладнання, які вже давно виробили свій ресурс і стають дуже неенергоєфективними. І хоча заміна старого обладнання та використання інноваційних технологій дає змогу зменшити енергоспоживання на 30%, такі заходи дорогі й тривалі в часі.

Зелене будівництво – це давня галузь будівництва, яка переживала розвиток в різних історичних умовах. Ця галузь знаходиться на стику таких спеціальностей, як ботаніка, дендрологія, лісівництво, рослинництво, архітектура, технологія будівельного виробництва, та контактує з механізацією, ґрунтознавством, захистом рослин та іншими.

В умовах сучасного світу стає актуальним процедура створення в державах своїх національних «зелених стандартів» та рейтингової системи оцінювання, що відповідають нормативно-методичній базі, її національним пріоритетам економіки, енергетики, екології. Враховуючи значну кліматичну і ресурсну диференціацію регіонів України, а також наявну нормативну базу в галузі будівництва, варто відмітити той факт, що зарубіжні національні рейтингові системи «зеленого будівництва» не можуть бути повноцінно застосовані в нашій країні в силу того, що вибудовані під їх будівельні норми, національні традиції, ресурсні та економічні пріоритети.

Виникає необхідний перехід від стратегії зниження витрат на будівництво до стратегії зниження сукупної вартості володіння будинком,

тобто до мінімізації вартості всіх витрат життєвого циклу будинку (будівництво, експлуатація, знесення).

Природні ресурси (такі як вугілля, нафта, газ) і засновані на їх використанні електрогенеруючі станції на сьогодні є ключовими джерелами енергії. Їхня частина в загальному балансі первинної енергії України складає 79%; атомні електростанції в загальному балансі виробляють близько 18% первинної енергії. Частка відновлювальних джерел енергії (таких як енергія сонця, вітру, води, біогаз тощо) в загальному балансі незначна і складає лише 3% первинної енергії, незважаючи на те, що Україна має величезний потенціал [1, 9].

Сутністю створення нового національного стандарту «зеленого будівництва» України є розгляд і осмислення тільки тих концептуальних рекомендацій загальноновизнаних систем екологічної експертизи об'єктів нерухомості, які зможе ввести в практику національний проектно-будівельний сектор. Вимоги такого стандарту повинні бути спрямовані на скорочення споживання енергетичних ресурсів, використання нетрадиційних, відновлюваних і вторинних енергетичних ресурсів, раціонального водокористування, зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище в процесі будівництва та експлуатації будівлі, включаючи прибудинкову територію, при забезпеченні комфортного середовища проживання людини та адекватної економічної рентабельності архітектурних, конструктивних та інженерних рішень.

Невід'ємною частиною сучасного енергоефективного будівництва є застосування обладнання, яке використовує та перетворює енергію відновлюваних джерел енергії для потреб опалення, вентиляції та водопостачання. До такого обладнання відносяться сонячні колектори, вітрові генератори, теплові насоси для рекуперації тепла з повітря, що викидають вентиляційні системи, використання тепла ґрунту або підземних вод. Енергія вітру і сонця при цьому завжди органічно доповнює основне джерело теплової енергії.

Україна забезпечує себе первинними ресурсами лише на 61%, а 39% складає дефіцит, який забезпечується імпортуванням енергоресурсів з інших країн. Час від час залежність від імпортних енергоресурсів призводить до серйозних економічних і політичних конфліктів, які суттєво впливають на національну безпеку України, гальмує зростання економіки. Саме тому існує велика необхідність у пошуку альтернативних ресурсів, можливих катастроф, виконання зобов'язань щодо зменшення викидів парникових газів (рис. 1.6, 1.7).

В житлово-комунальному господарстві (ЖКГ) країни споживається близько 30 млрд кубометрів природного газу щорічно, з них близько 14 млрд кубометрів витрачається на опалення. Такі великі обсяги пояснюються тим, що основним паливом для ТЕЦ є природний газ (76—80 %), використання мазуту зосереджено на рівні — 15—18 %, вугілля — 5—6 %. Саме тому, необхідним є виправлення перекосу паливо-енергетичного балансу країни в частині споживання імпортованого природного газу за наявності значних запасів вітчизняного вугілля [16, 18].

Крім того, слід зазначити, що значні втрати тепла спричиняються незадовільним станом системи теплопостачання, протяжність яких становить 24,3 тис.км (за винятком тепломереж промислових підприємств). Реконструкція теплових мереж із впровадженням попередньо ізольованих труб, систем обліку забезпечить зменшення втрати тепла в тепломережах України до 7 %.

В останні 5-10 років енергетична проблема набула особливо загрозливих рис для подальшого розвитку національної економіки України, у зв'язку з цим почала здійснюватися комплексна робота щодо розробки бачення і стратегії розвитку енергетичного сектору, що реалізувалась в Енергетичній стратегії України. У стратегії визначені цілі розвитку енергетичного сектору, які покликані покращити як загальноекономічний розвиток країни, так і добробут українців.

Цілі стратегії:

- створення умов для постійного та якісного задоволення попиту на енергетичні продукти;
- визначення шляхів і створення умов для безпечного, надійного та сталого функціонування енергетики та її максимально ефективного розвитку;
- забезпечення енергетичної безпеки держави;
- зниження питомих витрат у виробництві та використанні енергопродуктів;
- зменшення техногенного навантаження на довкілля та забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки.

Для досягнення поставлених цілей Енергетичної стратегії розроблена програма з енергоефективності, яка передбачає:

- впровадження новітніх технологій виробництва та споживання енергетичних ресурсів, когенераційних технологій, а також технологій, що передбачають використання теплових насосів, електричного теплоакumuляційного обігріву та гарячого водопостачання;
- використання енергії сонця та геотермальної енергії;
- видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ і сланцевого газу як альтернативних видів палива;
- виробництво та використання біопалива;
- розвиток вітроенергетики, малої гідроенергетики і біоенергетики;
- модернізацію газотранспортної системи, систем тепло- та водопостачання, теплових електростанцій та теплоелектроцентралей;
- здійснення заходів щодо зменшення обсягу споживання енергоресурсів установами, які утримуються за рахунок коштів державного бюджету;
- зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища;
- проведення структурної перебудови підприємств, спрямованої на зниження матеріало- та енергоемності виробництва;
- популяризацію серед широких верств населення через засоби масової інформації ефективного та ощадливого споживання паливно-енергетичних

ресурсів, уведення відповідних питань до програм навчальних закладів, утворення регіональних центрів інформування громадськості.

На структурно-логічній схемі впровадження енергоефективних заходів можна побачити хід виконання Енергетичної стратегії на рівні окремого будівельного об'єкту (рис. 1.8).

Енергозбереження - діяльність (організаційна, наукова, практична), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів [11, 15].

Одним з перших шляхів до покращення енергозбереження у будинках є енергетичний аудит. Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) - визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення [1]. Сучасні будівлі мають відповідати наступним вимогам щодо енергозбереження:

1. Об'ємно-планувальні і конструктивно-технологічні вирішення громадських будинків, а також системи їх інженерного обладнання повинні забезпечувати оптимальний рівень енерговитрат при будівництві та експлуатації.

2. Огороджувальні конструкції будинку повинні проектуватися з теплозахисними властивостями, які забезпечують питоме споживання теплової енергії, що витрачається на опалення, в межах встановлених норм.

3. Площі світлопрозорих огорож не повинні перевищувати величин, що регламентуються чинними нормами.

4. Всі будинки, що підключаються до систем централізованого теплопостачання, повинні бути обладнані пристроями для комерційного обліку теплової енергії, що споживається, встановленими на абонентських вводах.

5. Системи теплоспоживання будинків повинні обладнуватися пристроями для автоматичного регулювання теплової потужності. Будинки з

фіксованою тривалістю робочого дня належить проектувати з регуляторами програмного споживання теплової енергії.

6. Системи витяжної вентиляції будинків повинні проектуватися з природним спонуканням за відсутності зони вітрового підпору на устях вентиляційних каналів, якщо використання вентиляції з механічним спонуканням для окремих приміщень не регламентоване чинними будівельними нормами за видами будинків та споруд. Встановлення дефлекторів не допускається.

7. Системи припливної вентиляції проектують, як правило, низьконапірними, такі системи обладнують пристроями автоматичного регулювання теплової потужності. За обґрунтування слід використовувати теплоутилізатори та інші способи ефективного використання енергії.

8. Індивідуальні джерела теплопостачання будинків від автономних теплогенераторів, які приймаються згідно з чинними нормами, рекомендується проектувати з використанням джерел енергії, що відновлюються (сонячних колекторів, теплових насосів тощо).

Для виконання енергетичних обстежень наявних будівель, проектування енергоощадних будинків та проведення енергоаудитів є кілька методів визначення енергетичного стану. Серед них на увагу заслуговують інструментально-аналітичний метод та метод математичного моделювання [3].

Сутність першого полягає у вимірюванні параметрів зовнішнього та внутрішнього повітряного середовища за допомогою термометрів, психрометрів, анемометрів та ін.; дистанційне визначення тепловізером температурних полів поверхонь огорожувальних конструкцій з подальшим аналітичним опрацюванням отриманих даних

Другий метод – метод комп'ютерного моделювання – вимагає створення енергетичного макета будівлі за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. Незважаючи на те, що ці програми переважно призначені для

інженерних розрахунків, деякі з них придатні для створення проектів енергоефективності будівель житлового та виробничого призначення.

На сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій у розвитку та економіці ринків споживчих послуг і матеріалів. Сонячні батареї в сукупності з застосуванням вітрогенераторів, можуть виступати як в якості додаткового, так і основного джерела енергії, звільняючи таким чином споживача від залежності в централізованих енергетичних мережах. Скорочується споживання інших видів палива та енергії. Застосування енергозберігаючих матеріалів є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування будь-яких об'єктів, які раніше вимагали великих матеріальних витрат на енергообслуговування, в тому числі з теплоенергетики.

Енергозберігаючі технології розробляються і впроваджуються в таких сферах економії енергії, як автоматизація і оптимізація режимів горіння, впровадження новітніх водопідготовчих установок на джерелах тепла, заміна морально застарілих котлів на нові, в методах глибокої утилізації тепла димових газів, мінімізації величини продувки котла і надбудову котельнь газотурбінними установками [4]; диспетчеризація в системах теплопостачання, застосуванні азбестоцементних труб в теплопостачанні, акумулюванні теплової енергії, переході на двоставковий тариф при оплаті за теплову енергію, в енергоефективній експлуатації трансформаторів, в заміні ламп розжарювання на діодові лампи, створенні та впровадженні інфрачервоних датчиків руху і присутності, використанні частотно-регульованих приводів і багатьох других напрямків.

У зв'язку з необхідністю економії енергії і теплоізоляції у країнах Євросоюзу пішли шляхом розробки спеціальних директив, призначених для стандартизації в країнах-членах ЄС будівельних нормативів з підвищення енергоефективності будівель. В таблиці подана енергетична класифікація будинків згідно з європейськими нормами (табл. 3.1).

Енергоощадність будинку оцінюється величиною втрат тепла на 1 м^2 площі будинку за опалювальний період або рік ($\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\text{ рік}$), або витратами тепла на нагрівання 1 м^3 об'єму будинку за опалювальний період ($\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3\cdot\text{рік}$).

Основна мотивація розробки даних директив — підвищення ефективності використання природних енергетичних ресурсів в цих країнах, які є не тільки важливими джерелами енергії, але і найсуттєвішими джерелами виділення вуглекислого газу. Світова спільнота також значну увагу приділяє екологічному фактору енергозбереження, завдяки якому покращується стан навколишнього природного середовища та зменшується кількість викидів парникових газів в атмосферу [5, 14].

Визначивши основні причини високих втрат теплової енергії в житлово-комунальному секторі можна окреслити основні напрямки їх скорочення (рис. 1.9). Основним недоліком наявного житлового фонду країни є високі паливно-енергетичні витрати (ПЕВ-2) на теплозабезпечення будівель через низький термічний опір огорожувальних конструкцій, неефективні системи опалення, вентиляції, відсутність систем обліку та регулювання енергії.

Значні ПЕВ-1 та вартість житла пояснюються тим, що в зовнішніх стінах використані легкі бетони з важкого і енергомісткого керамзитового гравію, витрати сталі в 2 рази вище ніж в розвинених країнах. Пластмас використовується в 9 разів, гіпсу — в 25 разів, ефективних теплоізоляційних матеріалів — в 5..7 разів менше, ніж в країнах північної Європи.

Досягти економії енергії на стадії виробництва та скоротити її втрати на стадії експлуатації можна завдяки використанню сучасних енергоефективних стінових матеріалів, а саме газобетонних виробів. Для цього в Україні необхідно відновити їх виробництво та повніше використовувати їх у будівництві нових об'єктів.

Аналітичні дослідження свідчать про перспективність впровадження сучасних методів ведення будівництва, які скорочують кошторисну вартість об'єкта та затрати на його утримання. Найважливішою тенденцією

найближчих десятиліть повинен стати масовий перехід від «архаїчних» методів зведення будинків безпосередньо на будівельних майданчиках (on-site manufacturing) до збірного-модульного (офсайтного) житлового будівництва. Втім єдиної класифікації «офсайтного» будівництва в спеціальній літературі поки що не існує. Скажімо, в британській спеціальній літературі вже порівняно давно існує спеціальний загальний термін — Modern Methods of Construction (ММС, сучасні методи будівництва).

Для України переваги енергозбереження набувають особливого значення у зв'язку з її високою енергозалежністю та енергозатратністю. Вітчизняна економіка є енергодефіцитною, свої потреби в енергоресурсах задовольняє за рахунок власного виробництва лише на 45 %. В її паливноенергетичному балансі домінує природний газ, частка якого становить понад 40 %, що значно перевищує відповідні показники таких країн як США, Великобританія тощо.

Одним з найбільших споживачів енергетичних ресурсів є житлово-комунальний сектор — понад 30 % від загального споживання в країні, але водночас має найбільші резерви енергозбереження як в наявному житловому фонді, так і при зведенні нових об'єктів.

Наявний житловий фонд України, згідно енергетичної класифікації відноситься до найбільш енергоємного класу F , що має втрати теплової енергії понад $250 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$. В той час, як в європейських країнах енергоощадність будинків має клас A та $A+$, що означає низький рівень енергоємності житла (від 15 до $45 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$).

Саме тому, в нашій країні енергозбереження — це питання виживання, що посилюється в умовах світової фінансової кризи. Щодо напрямків енергозбереження в житлово-комунальному секторі, то стратегічним завданням є використання енергоефективних матеріалів, сучасних інженерних мереж та систем, обладнання, приладів обліку та регулювання енергоресурсів на стадії будівництва нових об'єктів, так і модернізація та утеплення наявного житлового фонду. Водночас необхідним є врегулювання законодавчої бази

будівництва, використання альтернативних відновлювальних джерел енергії — все це в сукупності забезпечить ефективний механізм скорочення енергоспоживання та дозволить економити значні обсяги дефіцитної енергії.

Підвищення енергоефективності будівельного комплексу забезпечить вирішення цілої низки актуальних проблем сьогодення, а саме: зменшиться вартість утримання житла завдяки більш раціональному та ефективному використанню енергетичних ресурсів; знизиться енергетична залежність країни за рахунок скорочення імпорту дефіцитних паливно-енергетичних ресурсів; покращиться стан навколишнього середовища; активізуються процеси використання альтернативних джерел енергії, і, як наслідок, зменшиться потреба у не відновлювальних природних ресурсах.

В Україні основним індикатором екологічного оцінювання є екологічна експертиза, яка виконується державними природоохоронними органами. “Екологічна експертиза в Україні – вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація та дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей”. А сучасні світові стандарти з питань нормування екологічних параметрів архітектурно-будівельної галузі, так звані «Зелені будівлі» (green building), розроблені і впроваджуються як системи добровільних рейтингових сертифікацій. Переважно вони стосуються екологічної, енергетичної і економічної ефективності проектних рішень.

Сучасному етапу громадського розвитку передувала тривала історія становлення засобів виробництва, техніки і технологій - техногенез.

Техногенез в історії цивілізації - це народження техніки, створення людиною усе більш досконалих способів, знарядь і пристроїв для впливу на навколишній матеріальний світ з метою створення і споживання благ. Техногенез з екологічного погляду - це породження техніки, останній за часом

етап еволюції, обумовлений діяльністю людини і що вносить до біосфери речовини, сил і процесів, які змінюють і порушують її рівноважне функціонування і замкнутість біотичного кругообігу. Таке представлення стулюється з поняттям техногенезу, вживаним в геохімії.

Початок техногенезу поклало перше вогнище, засвічене людиною. Застосування вогню розширило ареал людини, доповнило збирання і полювання новими прийомами добування, приготування і запас їжі, зародило можливість майбутніх термотехнологій. Вже в неоліті виникли умови для розвитку ремесел і професійного розподілу праці. Але людина ще не навчилася трансформувати енергію вогню. Це була епоха мускульної енергетики, коли у розпорядженні людини були тільки власна сила, а потім і сила приручених тварин, а також прості механізми - перетворювачі мускульної сили.

Отже, що таке «техногенез»? Техногенез (від грецького *techne* – мистецтво, майстерність та *genesis* – походження) – процес зміни природних комплексів під впливом виробничої діяльності людини. Полягає в перетворенні біосфери, що зумовлюється сукупністю геохімічних процесів, пов'язаних із технічною і технологічною діяльністю людини.

Починаючи з VIII - XI ст. до них додаються винаходи, що використовують сили води і вітру. Наступила епоха механоенергетики на ресурсах, що відновлюються. Технічні можливості людини розширилися, і одночасно посилювався його тиск на природу. Вже в епоху відродження (XV - XVII ст.) зростання населення, розвиток ремесел і торгівлі, міст і доріг, географічні відкриття і завоювання, будівництво, суднобудування, військову справу прискорили освоєння нових земель, зведення лісів і надали потужний поштовх розвитку рудної справи і металургії, а потім і машин на механічному приводі. Проте найбільше прискорення і екологічне значення техногенез придбав з моменту появи теплових машин і початку використання ресурсів палива корисних копалин.

У першій половині ХХ ст. була упевненість, що багато проблем вирішаться за допомогою техніки. Протягом століття було зафіксовано безліч відкриттів і винаходів, змінилося декілька поколінь техніки. Але чи зменшилося у людини проблем?

Техногенез, як і його ініціатор - людина, прагне до заняття всіляких «екологічних ніш» і тому чинить сильний вплив на екологію біосфери, витісняючи природні екологічні системи і процеси. Зміна етапів техногенезу, основних типів технологій відбувається незмірно швидше, ніж змінюються «технології» біотичного кругообігу в еволюції біосфери. Величезний технічний потенціал людства сам по собі має внутрішню нестійкість. Із-за високої концентрації в межах біосфери і середовища людини джерел ризику (усі види озброєнь, отруйні речовини і ядерне паливо) цей потенціал не лише погрожує біосфері, але і включає потенціал самознищення. Ця загроза не так вже легко усвідомлюється, оскільки в психології має вона маскується позитивними результатами соціального прогресу в другій половині століття, коли зросли прибутки населення, ефективнішими стали системи охорони здоров'я і освіти, покращало живлення людей, збільшилася тривалість життя. Біотична еволюція привела до збільшення біологічного різноманіття і ускладнення будови і функціональної організації живих істот і біосфери. Вищим ступенем біотичної еволюції є поява людини. Походження і еволюція людини (антропогенез) невід'ємні від еволюції живої природи. Генетичні дослідження останнього часу вказують на дуже тісну спорідненість людини з іншими вищими приматами. Антропогенез - процес еволюційно-історичного формування людини. Виникнення і розвиток людського суспільства і людської цивілізації привело до розвитку матеріальної культури, що спричинила за собою техногенез, а в наступному поява техносфери.

Звідси «техногенез» - процес зміни природного і оточуючого середовища, породжений розвитком матеріальної культури і техніки. Техногенез можна розглядати як певну послідовність переломних етапів екологічної і енергетичної історії розвитку людства.

Зростання населення планети - це основний чинник, що забезпечує збільшення об'ємів промисловості, зростаюче споживання природних ресурсів і забруднення довкілля. З одного боку, розвиток промисловості і сучасні технології мають велике позитивне значення, яке виражається в збільшенні тривалості життя, підвищенні мобільності і комунікабельності, скороченні використання ручної праці, розвитку інтелектуальних здібностей людини. З іншого боку, істотно зростає техногенна дія на людину і довкілля (зростання забруднень, відходів, зміна енергетичних параметрів середовища). Домінуючими чинниками у формуванні цих дій є природні потреби населення, які необхідно забезпечити, і рівень життя, який обумовлений соціальними і економічними особливостями суспільства. В цьому випадку техногенну дію можна представити наступним рівнянням:

$$ТВ = ЧН \cdot ВВП_{\text{держ}} \cdot \frac{\text{ТехВ}}{ВВП_{\text{од}}}, \quad (2.1)$$

де ТВ – техногенний вплив, ЧН – чисельність населення; ВВП_{держ} – валовий внутрішній продукт держави; ТехВ – технологічний вплив; ВВП_{од} – одиниця валового внутрішнього продукту держави.

Міра негативної дії на довкілля при створенні одиниці ВВП є мірою, з якою технологія здатна забезпечити розвиток суспільства без серйозних екологічних наслідків, і мірою, що характеризує "чистоту" вибраної технології.

У ХХ ст. техногенез набув глобального характеру і якісно нову форму, сприяючи швидкому розширенню і поширенню техносфери - сукупного результату господарської діяльності людини.

Техносфера - це глобальна сукупність знарядь, об'єктів, матеріальних процесів і продуктів громадського виробництва. Техносферу можна визначити також як простір геосфер Землі, що перебуває під впливом виробничої діяльності людини і зайняте її продуктами.

У результаті активної діяльності людини в середовищі існування воно поволі змінювало свій вигляд, що призвело до порушення біосфери і появи штучного середовища, яке називають техногенним (техносферою). За

науковими даними, на сьогоднішній день майже все середовище, в якому перебуває людина, є техногенним. Штучно створена людиною техносфера охоплює практично всю планету і навіть вийшла за її межі у космос (рис. 2.1).

Техногенне середовище (техносфера) як складова навколишнього середовища є похідною діяльності людини, яка виникла як наслідок впливу антропогенних чинників.

У ХХ ст. людина розсунула межі техносфери далеко за межі біосфери - в ближній і далекий космос, в глибини земної кори, під дно океану, в субмолекулярний мікросвіт, створивши особливу матеріально-енергетичну оболонку планети. Вона охоплює і пронизує усю біосферу, особливо сильно на суші, і надає значній частині поверхні планети абсолютно особливий вигляд. Навряд чи залишилися ділянки живої природи, які не випробували б на собі дію техногенезу. Світове господарство стало не лише глобальною техніко-економічною, але і глобальною еколого-географічною системою (рис. 2.2).

Діючи у техногенному середовищі, людина безперервно виконує, як мінімум, два основних завдання:

- забезпечує своє комфортне перебування у середовищі проживання;
- створює та використовує системи захисту від його негативних чинників впливу.

За різними оцінками, загальна маса техносфери нині складає від 10 до 20 тис. Гт. (це більше біомаси живої речовини усієї біосфери). Основну її частину утворюють скупчення гірської маси, відпрацьованих руд, переміщених ґрунтів, виробничих відходів, залишені споруди, розвалини і тому подібне, тобто техногенна речовина, що накопичилася за всю історію людства. "Діюча" техносфера, тобто використовувані людьми нині основні виробничі фонди, споруди, знаряддя виробництва, предмети споживання, складає малу частину загальної маси - усього лише 150 - 200 Гт. У них, у свою чергу, переважають капітальні споруди з термінами амортизації в багато десятків років. Найбільш активна частина техносфери, тобто уся сукупність знарядь виробництва,

машин, механізмів, агрегатів, реакторів, діючих комунікацій і тому подібне, має масу близько 10-15 Гт і нині оновлюється за середній термін близько 10 років.

На рисунку 2.3 можна виділити три ділянки:

I - необмежена промислова революція, під час якої темпи використання ресурсів і відходів швидко росли;

II - період негайних відновних дій;

III - період тривалішої перспективи, коли можливе зниження техногенної дії при збереженні досить високої якості життя.

Розрізняють стихійне і заплановане розсіювання продуктів техногенезу. До стихійного розсіювання належать викиди техногенних речовин в атмосферу, забруднення ґрунтів і водою промисловими стоками, твердими відходами промислових підприємств, викиди внаслідок аварійних ситуацій. Заплановане розсіювання продуктів техногенезу відбувається в процесі внесення хімічних добрив, отрутохімікатів, зрошення стічними водами і компостами.

Негативна дія техногенезу об'єднується поняттям забруднення природного середовища. Під забрудненням розуміють потрапляння в навколишнє середовище продуктів техногенезу, які здійснюють негативний вплив на людину, біологічні компоненти і технічні споруди.

Розглянемо вплив негативних чинників техносфери на людину. До середини ХХ століття людина ще була неспроможною ініціювати великомасштабні аварії та катастрофи, які б викликали зміни у біосфері. Поява об'єктів ядерної енергетики, потужних хімічних підприємств та висока концентрація їх у певних регіонах зумовили руйнування екосистеми. Класичними прикладами є трагедія у Чорнобилі (Україна), Бхопалі (Індія). Створена руками і розумом людини техніка ніби й була покликана максимально задовольнити її потреби у комфорті та безпеці, але загалом не виправдала сподівань. Біосфера у багатьох регіонах планети активно змінювалася техносферою. Це, у свою чергу, призвело до зниження якості

компонентів системи «людина - навколишнє середовище» (ЛНС) і, перш за все, природного середовища. За прогнозами вчених, цей вплив буде і в подальшому збільшуватися із поглибленням глобалізації світової економіки.

Розрізняють прямий і непрямий вплив на навколишнє середовище та організм людини негативних чинників техносфери.

Прямий вплив — це виробничий і побутовий травматизм, професійні захворювання.

Непрямий вплив — це погіршення складу повітря, якості води, їжі тощо.

При певних умовах цей негативний вплив може призвести до зростання концентрації домішок у біосфері і погіршення екологічної рівноваги, збільшення кількості захворювань населення та тварин, посилення епідеміологічного неблагополуччя.

При оцінці впливів запланованої діяльності на соціальне і техногенне середовище здійснюється така робота:

1) наводиться коротка сучасна і прогнозна характеристики основних соціально-побутових умов проживання місцевого населення в зоні впливів планової діяльності. Характеристика населення включає інформацію про його статеву-вікову структуру, зайнятість, міграцію, чисельність, захворюваність і потреби. При цьому визначається:

- характер та розміщення прилеглої до об'єкта проектування житлової та громадської забудови;
- наявність об'єктів соціально-побутового, спортивно-оздоровчого, курортного та рекреаційного призначення тощо;
- інженерне облаштування забудови (водопостачання, каналізація, тепlopостачання та інше);

2) оцінюються позитивні і негативні впливи планової діяльності на соціальні умови життєдіяльності та задоволення потреб місцевого населення, в тому числі його зайнятості;

3) оцінюються впливи планової діяльності на зони рекреації та обґрунтовуються заходи щодо їх збереження і раціонального використання. У

випадках проектування особливо небезпечних промислових об'єктів, що можуть несприятливо впливати на навколишнє середовище (I та II класу небезпеки за санітарною класифікацією "Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. ДСП № 173-96), здійснюється оцінка прогнозного впливу проектного об'єкта на стан здоров'я населення, яке мешкає на прилеглий території;

4) обґрунтовуються заходи щодо запобігання погіршенню умов життєдіяльності місцевого населення та його здоров'я при реалізації проекту будівництва об'єкта, у тому числі розглядаються компенсаційні заходи. А при оцінці впливів запланованої діяльності на техногенне середовище проводиться така робота;

5) оцінюються впливи планової діяльності на промислові, житлово-цивільні об'єкти, пам'ятки архітектури, історії і культури (як об'єкти забудови), наземні і підземні споруди та інші елементи техногенного середовища, що знаходяться в зоні впливів планової діяльності;

6) обґрунтовуються заходи щодо забезпечення їх експлуатаційної надійності і збереженості;

7) визначаються об'єкти навколишнього техногенного середовища, що можуть негативно впливати на проектувану діяльність, види цих впливів, способи і засоби їх ліквідації.

Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при будівництві у схемі інвестиційного процесу будівництва виконується в складі матеріалів розділу Проекту організації будівництва (ПОБ) і включає заходи щодо:

1) захисту повітряного середовища та боротьби з шумом і іншими негативними фізичними впливами;

2) охорони поверхневих і підземних вод;

3) охорони ґрунту;

4) охорони рослинного і тваринного світу, заповідних об'єктів;

5) охорони умов життєдіяльності людини;

6) охорони пам'яток історії і культури;

7) охорони оточуючих об'єктів техногенного середовища.

Виконується комплексний аналіз стану будівельного майданчика (траси)

і встановлюються вимоги до:

- 1) розміщення під'їзних доріг та стоянок автотранспорту;
- 2) підйомно-транспортних механізмів, будівельного обладнання, електроприладів, інструментів тощо;
- 3) інженерного облаштування побутових приміщень та складських об'єктів;
- 4) вивозу або утилізації будівельних відходів та рекультивації земель після завершення будівельної діяльності;
- 5) вибору оптимальних технологічних рішень, що знижують негативний вплив будівництва на навколишнє середовище до нормального рівня.

В матеріалах розподілу ПОБ відображають оцінку впливу об'єкта будівництва на природні об'єкти, на середовище життєдіяльності людини й оточуючі будівлі та споруди, а також намічені санітарні заходи щодо створення сприятливих умов життєдіяльності населення, що проживає в зоні будівництва.

Основний обсяг робіт з ОВНС, як правило, виконується на стадії техніко-економічного обґрунтування інвестицій (ТЕО інвестицій) або ескізного проекту (ЕП) і уточнюється у випадку зміни прийнятих рішень у проекті (робочому проекті), зокрема, при зміні технологічного процесу, потужності підприємства (об'єкта) а також виділенні нових пускових комплексів та ін. Відсутність змін у проекті (робочому проекті) у порівнянні з ТЕО інвестицій або ЕП засвідчується підписом замовника і головного інженера проекту. На стадії Проект (робочий проект) підготовка матеріалів ОВНС у повному обсязі виконується тільки у тих випадках, коли ці матеріали не готувалися на попередніх стадіях. Після вводу об'єкта проектування в експлуатацію та досягнення проектної потужності виконується, за необхідності, оцінка ефективності прийнятого комплексу охоронних і захисних заходів та коригування матеріалів ОВНС. В подальшому після-

проектний аналіз виконується з ініціативи адміністрації об'єкта експлуатації або органів державного нагляду.

Комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та його безпеки містять результати узагальнення заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища, а також дані щодо поводження з усіма відходами, що утворюються при здійсненні планової діяльності.

Наводиться перелік і стисла характеристика проектних рішень, комплекс яких включає:

1) ресурсозберігаючі заходи – збереження і раціональне використання земельних, водних, енергетичних, паливних ресурсів, повторне їх використання та ін.;

2) захисні заходи – влаштування захисних споруд (дренажі, екрани, завіси та ін.), включаючи технологічні заходи (використання екологічно чистих і безвідходних технологій, очищення, екологічно безпечне поводження з відходами та ін.), планувальні заходи (функціональне зонування, організація санітарно-захисних зон, озеленення та ін.), усунення наднормативних впливів;

3) відновлювальні заходи – технічна чи біологічна рекультивация, нормалізація стану окремих компонентів навколишнього середовища тощо;

4) компенсаційні заходи – компенсація незворотного збитку від планової діяльності шляхом проведення заходів щодо рівномірного поліпшення стану природного, соціального і технічного середовища в іншому місці і/або в інший час, грошове відшкодування збитків;

5) охоронні заходи – моніторинг території зон впливів планової діяльності, система оповіщення населення.

Наводяться, за можливості, результати розрахунків визначення економічної ефективності здійснення природоохоронних заходів. Оцінюються обмеження будівництва об'єктів планової діяльності за умовами навколишнього природного, соціального, техногенного середовища та обсяг

інженерної підготовки території, необхідні для дотримання умов безпеки навколишнього середовища.

До матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище відходів виробництва планової діяльності відносяться:

- 1) проектні дані про обсяги усіх видів газоподібних, рідких і твердих відходів виробництва і твердих побутових відходів;
- 2) відомості про запроєктовані технологічні рішення щодо зменшення обсягів 3) відходів, які утворюються;
- 4) відомості про заходи щодо утилізації відходів безпосередньо на підприємстві;
- 5) дані щодо поводження з відходами, які вивозяться за межі підприємства.

Виконується комплексна оцінка впливів планової діяльності на навколишнє середовище за умови реалізації комплексу заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища, з урахуванням попередніх оцінок, наведених у інших підрозділах. Визначається ступінь екологічного ризику планової діяльності та впливу на умови життєдіяльності людини.

Оцінка ризику планової діяльності щодо природного, соціального і техногенного середовищ включає:

- 1) аналіз ризику кризових змін стану природних комплексів та умов життєдіяльності людини;
- 2) аналіз відомих аварій та їх частоти за галузевою належністю об'єктів планової діяльності;
- 3) аналіз основних причин виникнення аварій;
- 4) аналіз умов виникнення та розвитку аварій, у тому числі визначення типових варіантів вірогідних аварій, оцінка кількості небезпечних речовин, які знаходяться в зоні аварії;

5) розрахунок вірогідних зон дії загрозливих факторів на здоров'я людини, тваринний та рослинний світ, оцінка ймовірної кількості потерпілих, оцінка можливих збитків;

6) опис технічних рішень із запобігання розвитку аварій та локалізації викидів небезпечних речовин, забезпечення пожежної та вибухобезпеки;

7) опис систем контролю і автоматичного регулювання, блокування, сигналізації й інших засобів запобігання аваріям.

Обґрунтовується оптимальність прийнятого комплексу проектних рішень, виходячи із вимог екологічного та санітарного законодавства і забезпечення експлуатаційної надійності об'єктів навколишнього техногенного середовища. Наводиться перелік і характеристика залишкових впливів і обґрунтовується їх допустимість при будівництві і експлуатації об'єктів проектованої діяльності. Якщо неможливо досягнути гігієнічних та екологічних нормативів якості навколишнього середовища на територіях з підвищеним рівнем його забруднення, то проектування об'єктів будівництва, що є джерелами додаткового забруднення, не дозволяється.

Можна виділити ряд екологічних криз, які супроводжувалися зміною екологічних ніш людини, названих екологічними революціями (рис.2.4).

Сукупність умов, в яких живуть сучасні люди, відрізняється від звичайного розуміння екологічного середовища. Людину докільля окрім чинників загального для усіх наземних тварин природного середовища включає також створену самою людиною матеріальне і соціальне середовище. Вони утворюють єдину складну систему взаємодіючих чинників (рис. 2.5).

Урбанізація - це процес підвищення ролі міст в розвитку людського суспільства. Урбанізація пов'язана із зростанням і розвитком міст, збільшенням долі міського населення в країні за рахунок населення сільської місцевості. Урбанізація (концентрація населення у великих мегаполісах) сприяє підвищенню продуктивної діяльності в багатьох сферах, вирішуючи соціальні і культурно-освітні проблеми суспільства, при цьому призводить до зміни якості місця існування і знищення природних ландшафтів.

Сучасні великі міста сьогодні - це точки зростання земної цивілізації, центри тяжіння людських і матеріальних ресурсів. Проте значна концентрація населення у великих містах неминуче спричиняє за собою наростання економічних, соціальних і екологічних проблем.

Головними складовими техногенезу є технічний прогрес і економічне зростання. У ХХ ст. техногенез набув глобального характеру і якісно нових форм, що сприяє швидкому просторовому розширенню техносфери Землі.

Найбільш рельєфно етапи техногенезу відображають залучення в економіку відновних і невідновних енергетичних ресурсів і потужніших перетворювачів енергії.

Дослідження щодо біосферної сумісності (інтегративності) будівництва будівель та споруд – відносно нові у будівельній науці. Їх засади тісно пов'язані з проблемами екології та енергоефективності. Норми з будівельної фізики, що створені в Україні за останній час, у цілому відповідають меті біосферної сумісності, однак вони потребують певного коригування у плані розробки методики визначення оцінки ступеня біосферної сумісності як кожного окремого елемента будівлі, так і будівлі в цілому.

Для виходу вітчизняних виробників на світові ринки товарів найпершим етапом постає модернізація виробництва з виготовлення конструкцій та виробів під світові стандарти якості. Навіть за умови наявності значного інвестиційного капіталу постає питання: який термін окупності таких метаморфічних перетворень вітчизняної будівельної галузі?

Актуальним також є створення в Україні своїх національних «зелених стандартів» та рейтингової системи оцінювання, що відповідають нормативно-методичній базі України, її національним пріоритетам економіки, енергетики, екології. Враховуючи значну кліматичну і ресурсну диференціацію регіонів України, а також наявну нормативну базу в галузі будівництва, варто відмітити той факт, що зарубіжні національні рейтингові системи «зеленого будівництва» не можуть бути повноцінно застосовані в

нашій країні в силу того, що вибудовані під їх будівельні норми, національні традиції, ресурсні, енергетичні та економічні пріоритети.

Беручі до уваги, що сучасне ресурсоємне будівельне господарство працює на принципах лінійної економічної моделі, виконання екологічних пріоритетів особливо в царині ресурсозбереження не слід швидко очікувати. Проте можливість оцінки існуючих виробничих технологій за таким критерієм як “біосферосумісність” або «біоінтегративність» виконувати вкрай необхідно. Необхідний перехід від стратегії зниження витрат на будівництво до стратегії зниження сукупної вартості володіння будинком, тобто до мінімізації вартості всіх витрат життєвого циклу будинку (будівництво, експлуатація, знесення).

Поняття “біоінтегративність” в будівництві визначається як “тип динамічної рівноваги природноантропогенної системи” при реалізації “технологій регіонально-галузевого розвитку, що забезпечують пропорційний та збалансований розвиток біотехносфери”. Забезпечення балансу природноантропогенної або еколого-соціальної складової системи вимагає встановлення соціальних і екологічних пріоритетів, спрямованих на поліпшення стану навколишнього середовища, на тлі запровадження політики економічної привабливості, які повинні діяти одночасно. Дослідження багатьох міжнародних екологічних організації показало, що прагнення до підвищення ефективності навколишнього середовища може призводити до негативних наслідків в соціальній та/або економічній сфері, а також вказує на те, що досягти прогресу в трьох вимірах за умови однакового часового проміжку майже ніколи не можливо. Звідси висновок, що не кожна нова технологія виробництва, яка є вигідна з точки зору продуктивності праці і капіталу, є доцільна для довкілля. Ключем до вирішення певного протиріччя між економічним зростанням і екологією, як свідчить зарубіжний досвід, є взаєморозуміння і координації дій між державою і бізнесом.

З точки зору біоінтегративності, 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 є одним із потужних антропогенних факторів впливу на навколишнє середовище. Антропогенний вплив будівництва різноманітний за своїм характером і відбувається на всіх етапах будівельної діяльності – від видобутку та виробництва будівельних матеріалів, будівництва об'єктів, їх експлуатації і закінчуючи демонтажем відпрацьованих будівель. Розроблення методики оцінювання біосферної сумісності архітектурних об'єктів пропонується побудувати на ідеях, закладених для розрахунку показника рівня реалізації функцій біосферосумісного поселення.

Біоінтегративність будівництва досліджується як складова біосферосумісності, що розглядається і як «стратегічний пріоритет екологізації науково-технічного розвитку», і як «тип динамічної рівноваги природно-антропогенної системи», і як прикладна реалізація «біосферосумісних технологій регіонально-галузевого розвитку, що забезпечують пропорційний та збалансований розвиток біотехносфери». Аналіз напрацювань вітчизняних та зарубіжних фахівців із організаційно-технологічної надійності будівель, вивчення досвіду підготовки та реалізації інвестиційних проектів щодо екологічних будівельних об'єктів дали підстави інтегрувати «стан організаційно-технічної надійності» об'єкту будівництва з урахуванням біосферосумісності як «стан об'єкту, що полягає у здатності впродовж всього будівельно-інвестиційного циклу не допускати таких змін свого стану і властивостей, а також не викликати змін стану і властивостей

інших, пов'язаних із ним об'єктів, які були б небезпечні для людей, будівництва та експлуатації об'єкту та оточуючої екосистеми».

Одним із ключових факторів біосферної інтеграції (сумісності) має стати розумно здійснюване екологічно раціональне проектування, яке не тільки зберігає природу, але і є економічно вигідним, оскільки скорочує витрати на утримання і обслуговування будинку при прогнозуванні цього процесу в тривалій перспективі. Тобто, «зелене» проектування – це не лише проектування в його звичайному розумінні, але й завдання оптимальних параметрів майбутньої експлуатації будинку протягом усього його життєвого циклу. Актуалізуючи потребу переходу систем організації будівництва на засади біоінтегративності, пріоритетною проблемою вирішено оновлення методологічного та прикладного комплексу організації будівництва. Для пошуку раціонального формату та змісту критеріально-розрахункової бази такого інструментарію в якості будівельних об'єктів для потреб дослідження обрано спортивно-оздоровчі споруди як об'єкти специфічного антропогенного впливу, що разом із територіями їх забудови (рекреаційними зонами) потребують особливої уваги.

В рамках концепції стійкого розвитку з'явився новий підхід до проектування та зведення об'єктів, названий екологічно раціональним проектуванням. Він передбачає інтеграцію, аналіз та оптимізацію екологічних, технологічних, соціальних та економічних факторів на кожному етапі процесу проектування, широке використання енергозберігаючих технологій і відновлюваних ресурсів, у тому числі замкнутий цикл ресурсоспоживання, гармонічне входження нового будинку в навколишнє природне середовище та багато чого іншого, що повинне зводити до мінімуму шкідливий вплив людської діяльності на навколишнє середовище.

В такому контексті еколого-економічна оцінка реалізації виробництва має базуватись одночасно на принципах сталого розвитку, тобто структурно та критеріально нагадувати його індикатори, які можна представити умовно поділеними між екологічними, соціальними та економічними складовими, що

одночасно є обмежуючими параметрами системи “екологія”-“економіка”-“соціум”. Слід відмітити, що принципи біоінтегративного виробництва, які базуються в свою чергу на принципах сталого розвитку, мають поліморфічну приналежність до групи, спровоковану перетинними областями дії системи “екологія”-“економіка”-“соціум”. Сполучення індикаторів трьох складових вимірів сталого розвитку може потребувати аналізу з метою визначення вагомості (значущості) в ієрархії оцінки біоінтегративності виробництва. З цією метою необхідна нормалізація даних, зорієнтована на принципи біоінтегративності виробництва. Принцип біоінтегративності будівництва, впроваджений на основі концепції сталого розвитку є складним. Його аналіз та оцінка повинні базуватись на системно-інтегрованому підході, тобто виокремленні багатofакторних показників (індикаторів), що відображають зв’язок між економічною, соціальною та екологічною складовими з точки зору корисності біосферосумісних будівельних технологій на рівні держави.

Найбільшою складністю на мікроекономічному рівні, де локалізовані та просторово детерміновані еколого-економічні проблеми, – це необхідність прийняття важкого вибору між економічним та біоінтегративним технічним прогресом. Це означає необхідність оцінки виробництва за екологічним стандартом за показником емітованих забруднень і/або показником використання первісних природних ресурсів. Таким чином, вибір, який у зв’язку з екологізацією нового виробництва і продуктів здійснюють підприємства, буде залежати не лише від цілої низки чисто економічних факторів (економічний розрахунок), але й від обов’язкового юридичного регулювання та екологічної експертизи і – особливо в випадку продуктивних інновацій – від знань і екологічної свідомості споживачів та вироблених ними економічних благ, також врахованих у вигляді значної кількості коефіцієнтів, індикаторів тощо. В зв’язку з цим слід пам’ятати, що врахувати наслідки дії всіх факторів неможливо, оскільки це може призвести до втрати керованості системи.

Тому важливим завданням є визначення певної обмеженої базової структури факторів, яка дає змогу здійснювати цілеспрямоване оцінювання за досліджуваним в даному випадку критерієм “біоінтегративності” виробництва.

В результаті проведення процедури колективних експертних оцінок серед фахівців будівельної галузі були встановлені найбільш вагомі індикатори біоінтегративності. Дослідимо індикатори оцінки біоінтегративності будівельного виробництва та способи їх розрахунку.

Визначимо типи індикаторів біоінтегративності будівництва.

Описові (дескриптивні) - дескриптивні індикатори встановлюють наявність фактору впливу без оцінки позитивності чи негативності ефекту. Визначає рівень споживання продукції виробництва, якість життя, здоров'я населення. впровадження енергоефективних технологій, систем добровільних екологічних рейтингових сертифікацій. Регулює рівень життя населення.

Продуктивні - індикатори продуктивності є порівняльними, які оцінюють фактичне значення показників з бажаним. Складається з індексу відповідності діючим на підприємстві умовам (нормам) безпечної праці, коефіцієнту зростання витрат на виробництво продукції, коефіцієнту продуктивності праці робітників.

Ефективні - індикатори ефективності є відносними, які вимірюють ступінь відповідності отриманих результатів до закладених ресурсів. Складаються з коефіцієнту рециклінгу; коефіцієнту енергомісткості продукції; коефіцієнту матеріаломісткості продукції. Регулює вартість трудових ресурсів та продуктивність праці.

Нормативні - нормативні індикатори відповідають встановленим і загальноприйнятим значенням в різних секторах.

Виробничі - виробничі індикатори відповідають стандартам менеджменту управління та виробництва. Складається з індексу відповідності вимогам сертифікації.

Регулятивні - регулятивні індикатори відповідають нормативним значенням, прийнятим в нормативно-правових актах. Складається з індексу відповідності екологічним вимогам місцевих, регіональних, національних нормативно-правових актів.

Облікові (звітні) - облікові індикатори є показниками бухгалтерської звітності та одночасно вихідними даними для відстеження шляхів витрат на екологізацію виробництва. Соціально-екологічний фактор формується коефіцієнтом інтенсивності викидів забруднюючих речовин (парникових газів, стічних вод, твердих токсичних відходів й інших) (за результатами екологічної експертизи), платою за користування природними ресурсами, обсягом інвестування в заходи з охорони довкілля і системою екологічного менеджменту.

Економічні - економічні індикатори є кількісними даними для інтегрованої оцінки екологічної, соціальної та економічної складових виробництва. Охоплює коефіцієнт оновлення основних фондів; індекс зростання обсягів виробництва продукції, коефіцієнт створення робочих місць; коефіцієнт соціальної престижності виробництва (відносно прожиткового мінімуму); коефіцієнт соціальної престижності виробництва (відносно середнього рівня оплати праці).

Якісні - якісні індикатори, які пов'язані з екологічністю виробництва (шкідливість процесу виробництва та мінімізація відходів). Визначає коефіцієнт професійної захворюваності; коефіцієнт використання перероблених матеріалів у виробничому процесі; коефіцієнт утилізації первинних ресурсів, супутніх ресурсів при виробництві (тара, упаковка), бракованої продукції; коефіцієнт витрат на підготовку та підвищення кваліфікації персоналу з екологізації виробництва.

Екологічні - екологічні індикатори відображають вплив виробництва на екосистему в межах місцевого, регіонального, національного та світового масштабу, формуються обсягом витрат на подолання наслідків екологічного забруднення в випадку аварії.

Індекс відповідності діючим на підприємстві умовам (нормам) безпечної праці, $I_{БП}$ визначає відповідність умов праці робітників за вибраною технологією вимогам кодексу Законів про Працю, вимогам з техніки безпеки та охорони праці, технологічному режиму та статуту підприємства. В разі відповідності діючим нормативним актам $I_{БП} = 1$, в іншому випадку є фактором, який спростовує результати оцінки біоінтегративності виробництва на підставі порушення норм охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Коефіцієнт інтенсивності викидів забруднюючих речовин (парникових газів, стічних вод, твердих токсичних відходів й інших) (за результатами екологічної експертизи) $K_{викид}$. Виявляє зміни обсягу викидів парникових газів й інших забруднюючих речовин у поточному році до даних попереднього періоду. Є інтегральним показником:

де $O_{нов}$ - обсяг викидів забруднюючих речовин при впровадженні нового виробництва, яке оцінюється; $O_{пот}$ - обсяг викидів забруднюючих речовин на поточний момент оцінки.

Коефіцієнт професійної захворюваності $K_{пз}$. Засвідчує кількість професійних захворювань за звітний період у загальній чисельності працівників:

де $K_{пзв}$ - кількість працюючих, які мають професійні захворювання, пов'язані з виробництвом; $K_{заг}$ - загальна кількість працюючих.

Коефіцієнт зростання витрат на виробництво продукції $K_{ВВП}$. Характеризує рівень зростання витрат, пов'язаних з виробництвом продукції:

де $V_{нов}$ - сума витрат на випуск продукції при впровадженні нового виробництва, яке оцінюється; $V_{існ}$ - сума витрат на випуск продукції при існуючому (або традиційному) виробництві.

Коефіцієнт рециклінгу $K_{рец}$. Характеризує ступінь використання вторинних ресурсів в виробництві нової продукції у відповідності до принципів сталого розвитку:

де $P_{рец}$ - обсяг продукції (ресурсів), які використовуються повторно в новому циклі виробництва; $P_{заг}$ - обсяг всієї випущеної продукції.

Коефіцієнт енергомісткості продукції K_e . Характеризує витрати енергії на основні і допоміжні технологічні процеси виробництва продукції:

де $Витр_e$ - сума витрат енергії; $Пр_{чис}$ - чистий прибуток від реалізації кінцевої продукції.

Коефіцієнт матеріаломісткості продукції $K_{мат}$. Характеризує відношення обсягу матеріальних витрат в грошовому еквіваленті до обсягу виробленої кінцевої продукції:

де $МВ$ - сума матеріальних витрат ; $Пр_{рз}$ - обсяг реалізованої продукції.

Індекс відповідності екологічним вимогам місцевих, регіональних, національних нормативно- правових актів $I_{екол}$. Визначає відповідність умов виробництва, вимогам, викладеним в нормативних документах місцевої влади, регіональних контролюючих органах та в підзаконних актах національного рівня стосовно екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища. В разі відповідності умов виробництва екологічним вимогам місцевих, регіональних, національних нормативно-правових актів $I_{екол}=1$, в іншому випадку є фактором, який не дозволяє аналізувати та оцінювати біосферосумісність виробництва на підставі порушення вимог місцевих, регіональних, національних нормативно-правових актів.

Плата за користування природними ресурсами $Q_{пр}$. Визначає обсяг додаткових витрат на залучення природних ресурсів в виробництво кінцевої продукції. Визначається в вигляді рентної плати.

Коефіцієнт оновлення основних фондів $K_{ооф}$. Характеризує частку нових, введених в експлуатацію у звітному періоді основних фондів у складі усіх основних фондів, наявних на кінець звітного періоду:

$$K_{ооф} = \frac{ОФ_{нов}}{ОФ_{існ}}, \quad (2.7)$$

де $ОФ_{нов}$ - сума нових основних фондів за первісною вартістю, при впровадженні нового виробництва, яке оцінюється; $ОФ_{існ}$ - сума основних фондів за первісною вартістю при існуючому (або традиційному) виробництві.

Коефіцієнт зростання обсягів виробництва продукції $K_{зрост}$. Характеризує рівень зростання витрат, пов'язаних з виробництвом продукції:

де $OB_{нов}$ - Обсяг виробництва (в грошовому еквіваленті) при впровадженні нового виробництва, яке оцінюється; $OB_{пот}$ - обсяг виробництва (в грошовому еквіваленті) на поточний момент оцінки.

Коефіцієнт використання перероблених матеріалів у виробничому процесі $K_{пер}$. Відображає частку перероблених матеріалів у виробленій продукції:

де $V_{пер}$ - вартість перероблених матеріалів в кінцевій продукції; $V_{заг}$ - загальні вартість матеріалів в кінцевій продукції.

Коефіцієнт утилізації первинних ресурсів, супутніх ресурсів при виробництві (тара, упаковка), бракованої продукції $K_{ут}$. Характеризує кількість прийнятих для утилізації первинних ресурсів, супутніх ресурсів при виробництві (тара, упаковка) з метою зменшення рівня забрудненості навколишнього середовища, а також бракованої (надлишкової) продукції внаслідок здійснення виробничо-господарської діяльності підприємства. Є інтегральним показником:

де $OP_{ут}$ - обсяг прийнятих для утилізації первинних ресурсів, супутніх ресурсів при виробництві (тара, упаковка), бракованої продукції; $OP_{заг}$ - загальний обсяг реалізованої продукції.

Обсяг витрат на подолання наслідків екологічного забруднення в випадку аварії $Q_{авар}$. Характеризує обсяг витрат на ліквідацію наслідків екологічного лиха, завданого виробництвом внаслідок надзвичайних ситуацій, пов'язаних з аварійністю на виробництві. Визначається в якості штрафних санкцій, накладених на підприємство рішенням судових інстанцій за позовом екологічних інспекцій, державної, місцевої влади, громадськості та приватними позивами у відповідності до чинного законодавства України.

Продуктивність праці Pr_p . Показник виробітку, що вказує на потужність виробництва відносно витраченого часу.

де $OP_{кін}$ - обсяг кінцевої продукції; $(Час+Праця)_{кін}$ - час і праця, витрачені на випуск кінцевої продукції.

Коефіцієнт продуктивності праці робітників КПр. Характеризує ступінь зміни показника виробітку при порівнянні існуючого (або традиційного) виробництва з тим, що аналізується і оцінюється:

де $Pr_{нов}$ - продуктивність праці при впровадженні нового виробництва, яке оцінюється; $Pr_{існ}$ - продуктивність праці при існуючому (або традиційному) виробництві.

Вартість трудових ресурсів $V_{тр}$. Характеризує обсяг витрат на утримання трудових ресурсів.

де $O_{зп}$ - обсяг заробітної плати; $O_{нв}$ - обсяг натуральних виплат; $O_{нп}$ - обсяг витрат на навчання персоналу; $O_{св}$ - обсяг соціальних витрат; $P_{рс}$ - податки (на робочу силу).

Коефіцієнт залучення системи екологічного менеджменту в управління в виробництвом $K_{ем}$. Характеризує ступінь реалізації принципів біоінтегративності в стратегії розвитку виробництва:

де $Z_{ем}$ - сума витрат на заходи з охорони довкілля і залучення системи екологічного менеджменту; K - загальні капітальні вкладення.

Коефіцієнт створення робочих місць $K_{рм}$. Характеризує рівень розвитку підприємства у напрямі залучення найманих працівників, орієнтованих на реалізація заходів із досягнення і підтримання біоінтегративності виробництва:

де $K_{рм_{нов}}$ - кількість новостворених робочих місць, у т.ч. для реалізації заходів із досягнення і підтримання біосферосумісності виробництва $K_{рм_{заг}}$ - загальна кількість робочих місць.

Коефіцієнт соціальної престижності виробництва (відносно прожиткового мінімуму) $K_{сп(min)}$. Характеризує ступінь соціальної престижності виробництва відносно мінімальних прийнятих державних норм проживання:

де $Z_{псер}$ - середня заробітна плата на підприємстві без врахування доплат за шкідливість (за наявності); PrM - сума прожиткового мінімуму в країні.

Коефіцієнт соціальної престижності виробництва (відносно середнього рівня оплати праці) $K_{сп(сер)}$. Показує міру відхилення ступеню соціальної престижності виробництва працівників підприємства відносно середнього рівня оплати праці в країні.

де $ЗП_{сер}$ - середня заробітна платня на підприємстві без врахування доплат за шкідливість (за наявності); $ЗП_{кр}$ - середня заробітна плата в країні.

Коефіцієнт витрат на підготовку та підвищення кваліфікації персоналу з екологізації виробництва $K_{пв}$. Характеризує долю витрат, пов'язаних з навчанням персоналу, в частині загальних витрат на утримання трудових ресурсів.

де $V_{під}$ - сума витрат підприємства на підготовку та підвищення кваліфікації персоналу; $V_{ут}$ - обсяг витрат на утримання трудових ресурсів.

Як видно з формул вирахування індикаторів біоінтегративності, частина з них є абсолютними величинами, а частина – коефіцієнтам, частково інтегрованими, які є відносним характеристиками виробництва. Тому загальна формула оцінки біоінтегративності виробництва може бути представлена в двох виглядах:

Показник біоінтегративності будівельного об'єкта Z_b пропонується розраховувати за формулою:

де Z_M – показник біоінтегративності матеріалів та виробів заводського виготовлення, з яких побудована будівля; Z_B – показник біоінтегративності етапу будівництва будівлі; Z_E – показник біоінтегративності експлуатаційного етапу будівлі; Z_D – показник біоінтегративності ліквідаційного етапу (демонтаж та утилізація матеріалів та конструкцій, з яких була збудована будівля); $m_i = \{m_M; m_B; m_L\}$ – вагові коефіцієнти відповідних показників.

Точність комплексного оцінювання підвищується у разі врахування коефіцієнтів вагомості показників властивостей. При врахуванні коефіцієнтів вагомості виникає питання їх визначення. Існують розрахункові методи їх визначення, однак вони недосконалі і досить часто дають нелогічні результати.

Як видно з формул вирахування індикаторів біоінтегративності, частина з них є абсолютними величинами, а частина – коефіцієнтам, частково інтегрованими, які є відносним характеристиками виробництва. Тому загальна формула оцінки біосферосумісності виробництва може бути представлена в вигляді

де Z_b – показник біоінтегративності i -ї складової загальної оцінки; K_b – система коефіцієнтів соціально-екологічної, еколого-економічної та соціально-економічної складових оцінки біоінтегративності виробництва; I_b – система індикаторів соціально-екологічної та еколого-економічної складових оцінки біоінтегративності виробництва; $m_i = m(K_i) \dots m(I_i)$ – вагові коефіцієнти відповідних факторів впливу на біоінтегративність в залежності від галузі виробництва, визначні експертними методами (метод переваг, метод рангів, метод попарного зіставлення та ін.)

На сучасному етапі краще застосовувати експертний метод визначення вагових коефіцієнтів, який заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції фахівців-експертів. Серед експертних методів найбільш прийнятними для визначення коефіцієнтів вагомості є: метод переваг, метод рангів, метод попарного зіставлення та ін. Найпоширеніший метод – метод переваг, який зводиться до того, що експерти нумерують вагомості всіх показників за порядком їхньої переваги таким чином, щоб найбільш важливий з них отримав вагомість під номером 1, наступний за важливістю – номер 2 і т.д. Потім здійснюється розрахунок середньої арифметичної величини за кожним показником з урахуванням думки всіх експертів. Використовуючи метод рангів, експерти оцінюють важливість кожного показника за заздалегідь розробленою шкалою відносної значущості в діапазоні від 0 до 1. Коефіцієнти вагомості m_i знаходяться, виходячи з оцінок, призначених усіма експертами за кожним показником у всій їх сукупності з використанням рангів.

Перехід до сталого розвитку передбачає спрямування цілей людства на підвищення якості життя та добробуту, а також на поступове відновлення природних екосистем та модернізацію виробництва на основі відповідності

принципам біоінтегративності. Необхідність врахування екологічних чинників в умовах діючих світових моделях економіки зумовлена двома основними причинами: екологічні показники стають все більш вагомим фактором конкурентної боротьби; посилюються економічні та адміністративні санкції за порушення вимог законодавства в галузі охорони навколишнього середовища. Одночасно слід зазначити, що екологічна модернізація виробництва є процесом дороговартісним. Як свідчить зарубіжний досвід, для вирішення проблем еколого-економічної збалансованості, що накопичилися в умовах обмеженості фінансових коштів на здійснення прискореної програми екологізації виробництва з метою виконання міжнародних зобов'язань, існують реальні ринкові механізми. До них належать, наприклад, компенсаційні премії та комерційно реалізовані дозволи. В першому випадку запровадження біосферосумісного виробництва може принести власнику компенсаційні кошти від реалізації зекономлених квот на забруднення або за рахунок преміювання фондами підтримки екологічного виробництва. В другому випадку концепція плати за забруднення може бути розширена шляхом введення системи премій для підприємств, які скоротять свої викиди до рівня, нижче обумовленого угодами. Наповнення фондів преміювання як раз і відбувається за рахунок купівлі наднормових квот на викиди та фіскальних заходів, пов'язаних з ними. При впровадженні модернізації виробництва на передінвестиційному етапі і потрібна оцінка його біосферосумісності в рамках визначеного регіону за показниками, що не вимагатимуть додаткових аналітичних даних, збір яких відтермінований в часі. Тому еколого-економічний механізм оцінки будь-якого виробництва повинен базуватись на загальноприйнятих звітно-облікових економічних показниках з галузевими адаптаційними коефіцієнтами та індикаторами.

В якості критерію оцінки збалансованого стану біосферосумісних урбанізованих територій виступає кількісне співвідношення між показниками стану її складових, а саме:

- рівнем задоволення потреб у природних ресурсах (так звані первинні потреби – вода, кисень, повітря, мінеральна сировина тощо);
- рівнем інноваційної розвиненості інфраструктурної складової у містах і поселеннях;
- рівнем розвитку людського потенціалу.

Формалізована модель динаміки зміни стану біосферосумісних урбанізованих територій в загальному вигляді описується нелінійним рівнянням:

де f_i – безперервні або частково-безперервні функції; x_i – координати системи, що відображають становище певної точки на фазовій площині або в просторі координат і характеризують стан складових системи в будь-який момент часу.

Математичне представлення динамічної системи визначається сукупністю нелінійних диференціальних рівнянь:

де X_1 – змінна, що характеризує ступень споживання природних ресурсів і рівень забруднення природного середовища відходами; X_2 – змінна, що характеризує рівень розвиненості виробничо- інфраструктурної складової в регіоні (використання «зелених» технологій, кількість інноваційних виробництв, темпи оновлення основних фондів та ін.); X_3 – змінна, що характеризує ступінь задоволення раціональних життєзабезпечуючих потреб населення урбанізованих територій (робота, житло, освіта, медицина і охорона здоров'я, транспорт тощо); Y – змінна, що відображає на системному рівні процеси життєдіяльності, які протікають одночасно (ефект синергетики); U_{10} , U_{20} , U_{30} – змінні, що характеризують керуючі впливи, спрямовані на досягнення цільового стану – сумісності з біосферою і прогресивного розвитку урбанізованих територій; a_{10} , a_{20} , a_{30} , a_{40} – коефіцієнти зворотного зв'язку, що характеризують вплив різних факторів зовнішнього середовища; a_{11} , a_{22} , a_{33} , a_{44} – коефіцієнти зворотного зв'язку, що характеризують стабілізуючий вплив зовнішніх факторів на реалізацію біоінтегративності будівництва (наприклад, кількість техногенних і побутових відходів, що переробляються інноваційної

екологічно безпечної виробничо-інфраструктурною складовою, має ефект компенсації шкідливого впливу відповідної складової на природне середовище); $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – коефіцієнти, що характеризують взаємний вплив між окремими складовими і компонентами природно-соціологічних структур (опосередкований вплив рівня забруднення атмосферного повітря, водного середовища та інших складових життєзабезпечення на урбанізованих територіях на здоров'я населення, тощо); b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти, що характеризують стабілізуючий вплив зовнішнього середовища, продиктоване, наприклад, змінами нормативно-правової бази, демографічними процесами, міграцією населення тощо.

Сучасна система забезпечення екологічності будівництва, яка заснована на принципах допустимого чи виправданого ризику, повинна враховувати кількісну оцінку збитку здоров'ю і життю людини. Для цього необхідний узагальнений натурний показник G , що характеризує збиток від будівництва. Цей показник повинен враховувати наступне:

- залежність прояву шкідливого впливу будівлі від віку і статі;
- види прояву збитку від будівництва: смерть або захворювання різного типу і тяжкості;
- розтягнутість у часі дії шкідливого чинника і прояву збитку від будівництва;
- конкуренцію між проявами збитку здоров'ю від природних причин і від розглянутого шкідливого фактора (неекологічного будівництва).

Узагальнюючі екологічні показники характеризують якість будівництва і призначення:

- 1) питома вага будівель, що відповідають світовим стандартам в загальному обсязі введеного в експлуатацію об'єкту;
- 2) питома вага будівель, що мають екологічний паспорт, у загальному обсязі введеного в експлуатацію;

3) питома вага будівель, при будівництві яких використовувалися сертифіковані будівельні матеріали і технології, у загальному обсязі введеного в експлуатацію;

4) питома вага атестованих будівель в загальному обсязі введеного в експлуатацію ;

5) питома вага будинків з екологічно безпечним обладнанням у загальному обсязі введеного в експлуатацію;

6) середньозважений бал екологічних будівель;

7) середній коефіцієнт екологічності будівель, що вводяться в експлуатацію.

Індивідуальні (одиничні) показники якості будівель характеризують одну з його властивостей:

1) корисність (задоволення потреби в екологічно безпечних умовах, що сприяють релаксації і відновленню сил організму);

2) надійність (довговічність експлуатації будинку);

3) технологічність, тобто ефективність конструкторських і технологічних рішень (трудомісткість, енергоємність);

4) естетичність будівель.

Методикою реалізації принципу оптимізації екологічності будівництва розвивається узагальнений економічний аналіз «витрати-вигоди». Згідно з аналізом «витрати-вигоди», житлове будівництво, пов'язане з впливом на здоров'я населення, вважається економічно обґрунтованим або ефективним, якщо чистий економічний ефект від нього більше нуля. Чистий економічний ефект від будівництва визначається наступним чином:

де $E_{\text{буд}}^{\text{пов}}$ - повний економічний ефект від будівництва; $V_{\text{буд}}$ - приведені витрати на будівництво без витрат на екологічну безпеку; $V_{\text{ек}}$ - приведені витрати на екологічну безпеку (використання екологічно чистих будівельних матеріалів і технологій); ЗБ - збиток, обумовлений залишковим впливом будівництва на населення після вжитих заходів охорони.

Розглянемо методику визначення критерію оптимальності екологічності будівництва. Критерієм оптимальності екологічності будівництва служить максимальне значення показника $E_{буд}^{чис}$. Його максимізація здійснюється зміною всіх параметрів або характеристик, від яких залежать величини, що входять у формулу (2.20). Критерієм оптимальності екологічності будівництва, за умови, що основні технологічні і економічні характеристики будівельного виробництва фіксовані ($E_{буд}^{пов}$ і $V_{буд}$ – константи), служить мінімум величини L , яка визначається за формулою:

Цей критерій формулюється наступним чином: оптимуму екологічності відповідає максимум чистого економічного ефекту $E_{буд\ max}^{чис}$ від будівництва: де ZB_0 – збиток до здійснення екологізації будівництва з приведеними витратами; ZB_1 – збиток після здійснення екологізації будівництва з приведеними витратами.

Екологізація є економічно ефективною, якщо $E_{буд\ max}^{чис} > 0$, причому максимуму $E_{буд\ max}^{чис}$ відповідає мінімум L_{min} .

Критерій оптимальності прийнятих заходів щодо забезпечення екологічної безпеки житлового будівництва при аналізі «витрати-вигоди», записаний в інтегральній формулі, у ряді випадків може бути використаний у диференціальній формі:

де X – витрати на екологізацію будівництва; G – функція збитку; Y – вартісний еквівалент збитків, обумовлених шкідливим впливом; η – ціна зниження збитку або питомі витрати на усунення одиниці шкоди; α – ціна збитку.

На рисунку 2.6 зображені графіки оптимальності витрат на екологічну безпеку будівництва у інтегральній та диференціальній формах. Точками показані можливі значення функції L та η для конкретних засобів екологічної безпеки будівництва.

Як видно з рис. 2.6, оптимальним заходам екологічної безпеки будівництва X_{opt} відповідає точка перетину кривих $\eta(x)$ і $a(x)$. Критерій

ефективності витрат на екологізацію житлового будівництва в диференціальній формі має вигляд:

При екологічній оцінці будівельних матеріалів слід враховувати вплив на навколишнє середовище не тільки самого матеріалу, але і всього комплексу процесів, що супроводжують матеріал за його життєвий цикл – від виготовлення або видобутку до повного знищення, поховання чи, що більш бажано, повторного використання для одержання нових матеріалів або виробів. Останнє дозволяє замкнути життєвий цикл матеріалу, скоротити кількість відходів і кількість видобутої сировини, такий життєвий цикл при його найглибшій оцінці з позиції екології сприяє ресурсозбереженню.

Жоден матеріал, що використовується в будівництві, не може бути названий екологічно чистим, тому що жоден матеріал не може бути виготовлений без витрат матеріальних ресурсів та енергії, які можуть нести негативні якості для навколишнього середовища. В даний час в практику архітектурного проектування у всьому світі впроваджується концепція екологічної оцінки будівельних матеріалів і раціонального їх вибору з точки зору екологічної безпеки для навколишнього середовища і для людини. Вводяться нові поняття – екологічна оцінка, життєвий цикл матеріалу, класифікація матеріалів згідно з вимогами щодо захисту навколишнього середовища, екологічно доцільний вибір будівельних матеріалів тощо. В рамках всесвітньої концепції сталого розвитку вирішується завдання формування екологічного світогляду для вирішення глобальних і приватних екологічних проблем середовища проживання людини. Ця позиція визначена в міжнародних стандартах серії ISO 14000 «Система управління якістю навколишнього середовища» і, зокрема, стандартами ISO 14040-14044, орієнтованими на екологічну якість продукції. Такий підхід спрямований на забезпечення сталого будівництва, стійкої реставрації. При цьому акцент робиться на вирішення основних, глобальних екологічних проблем – ресурсозбереження і запобігання забрудненню навколишнього середовища при будівництві. Пріоритетними є завдання не тільки естетичні та інженерні,

але й еколого-матеріалознавчі, що дозволяють забезпечити вибір довговічних, екологічно безпечних будівельних матеріалів та їх використання при проектуванні екологічно комфортних будівель.

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

– метод порівняльного аналізу 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 екологічної переваги, класифікувати їх за екологічною якістю. Результатом є карти екологічного вибору будівельних матеріалів, якими може користуватися споживач;

– системний аналіз полягає в аналізі та математичній оцінці всіх вхідних і вихідних потоків. Використовується для розрахунку екобалансу, впливів матеріалу на середовище і оцінки наслідків цих впливів;

– метод графів дозволяє оцінити прямі і зворотні зв'язки – «якість будівництва – якість середовища»;

– кваліметричний метод оцінює інтегральну якість матеріалу.

Принципова схема оцінки екологічних ефектів за життєвим циклом матеріалу включає аналіз наступних його етапів: видобуток сировини; виготовлення матеріалів і виробів; етап будівництва; експлуатація; знищення або повторне використання (при заміні матеріалу, знесенні будівлі, споруди).

При видобутку сировини необхідно враховувати її запас, який визначається на основі технічних, економічних та екологічних факторів для конкретного регіону. Видобуток сировини у багатьох випадках призводить до пошкодження екосистем: виділення викидів або можливості екологічних катастроф (при видобутку та транспорті нафти, хлору і т.п.).

На етапі виготовлення будівельних матеріалів аналізується, з якими негативними наслідками для навколишнього середовища доведеться зіткнутися і проводиться розрахунок викидів забруднювачів у навколишнє середовище.

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 у будівництві стає його довговічність. Важливо, щоб довговічність матеріалів окремих будівельних вузлів максимально відповідала життєвому терміну всієї будівлі. При екологічній оцінці матеріалу враховується – чи можливе 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.

На етапі експлуатації екологічне навантаження значною мірою визначене вибором, зробленим на попередніх етапах, і тут додатково необхідно визначити експлуатаційні витрати на догляд за матеріалом для збереження його властивостей. На останньому етапі життя матеріалу постає питання про оцінку можливості його використання повторно без значної додаткової переробки.

Якщо відходи після знесення будівлі потрапляють в навколишнє середовище (звалища тощо), екологічне навантаження визначається поєднанням їх шкідливості та розчинністю у природному середовищі. При оцінці будівель обов'язково враховується також комплекс навантажень на довкілля і людину за рахунок транспортування матеріалу. Перевага віддається місцевим будівельним матеріалам і виробленим в безпосередній близькості до місця видобутку для них сировини. Під час життєвого циклу матеріал або виріб можуть виділяти шкідливі речовини. Йдеться про викид твердих, рідких і газоподібних шкідливих речовин у ґрунт, воду або повітря. Наприклад, такими можуть бути важкі метали з консервантів для деревних будівельних матеріалів, цинк з покрівельних покриттів і т.д.

Основними оціночними критеріями прямої небезпеки матеріалу для людини є санітарно-гігієнічні властивості і характеристики радіаційної та пожежної небезпеки.

Виконаємо дослідження біоінтегративності будівельних процесів при капітальному ремонті будівлі дитячо-юнацької спортивної школи №1 м. Марганець.

Будівля одноповерхова, прямокутної форми в плані з розмірами 23,4х48,95м. Будівля складається з 4-х блоків. Адміністративно побутова частина прибудована по осі «З» і ряду «Г» з несучими цегляними стінами товщ.380мм. і залізобетонним перекриттям, висота приміщень 2,8м. По ряду «Г» осі «4-5» прибудовано складське приміщення з цегляними стінами, що несуть товщиною 380мм і залізобетонним перекриттям, висота приміщення 3,0 м. По осі «6» ряд «Б-А» прибудовано будівлю сходової клітки з несучими цегляними стінами товщиною 380мм і залізобетонними плитами перекриття, висота будівлі змінна від 8,6м. до 9,5м.

Основна будівля в рядах «А-Г» осях «3-6» розміром в плані 18,0х 36,0м. На несучі цегляні стіни товщиною 560мм. спираються з/б балки з кроком 6,0 м., проліт 18,0м з/б плити покриття - ребристі 1,5х6,0м (рис 3.1).

Конструктивна схема будівлі: фундаменти залізобетонні стрічкові; зовнішні стіни - несучі, виконані із силікатної цегли товщиною 380,560мм; внутрішні стіни - цегляні товщиною 380мм; міжкімнатні перегородки - цегляні товщиною 120мм; покриття - залізобетонні пустотні, ребристі плити; перемички над віконними і дверними отворами - залізобетонні; покрівля - руберойдна, з неорганізованим водостоком.

Проектом заплановані наступні ремонтно-будівельні процеси: ремонт стін, стелі; утеплення зовнішніх стін; демонтаж існуючої руберойдної покрівлі будівлі і козирків; пристрій нової руберойдної покрівлі з теплоізоляцією; пристрій нових цегляних перегородок; дерев'яна обшивка труб;

розширення дверних прорізів з пристроєм перемичок; демонтаж бетонних порогів в санвузлах і венткамері, улаштування нового порога в вентприміщенні; демонтаж зруйнованого вимощення і влаштування нового; демонтаж дерев'яних підлог; улаштування нових дерев'яних підлог, фарбування і шліфування дерев'яних підлог, демонтаж і влаштування

покриття підлог з лінолеуму та плитки; заміна віконних, дверних блоків та вітражів на енергоефективні.

Вертикальне планування вирішена в ув'язці з прилеглою територією. Наявні проїзди намічено використати для транспортування будівельних матеріалів, а також для вивезення будівельного сміття. Точки підключення і розводка по будмайданчику уточнюються на стадії розробки проектів виконання робіт. Господарсько-питний водопровід і каналізація на об'єкті існуючі.

Надійність встановлюється на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме: вишукування і проектування; виготовлення, транспортування і зберігання будівельних виробів; освоєння будівельного майданчика і зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію; використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації, оцінки технічного стану, ремонту; реконструкції та подальшого використання в нових умовах; ліквідації об'єкта.

Основною вимогою, яке визначає надійність будівельного об'єкта, є його здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації. До них відносяться:

- гарантія безпеки для здоров'я і життя людей, майна та навколишнього середовища;
- збереження цілісності об'єкта і його основних частин і виконання інших вимог, що гарантують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій та основ, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, їх герметичності, акустичних характеристик і т.д. ;
- забезпечення можливості розвитку об'єкта (наприклад, добудови без посилення наявних конструкцій або збільшення обсягів виробництва для промислової будівлі) та його пристосування до технічних, економічних або соціальних змін;

- створення необхідного рівня зручностей і комфорту для користувачів і персоналу, включаючи вимоги до кліматичного режиму в приміщеннях (повітрообмін, температура, вологість, рівень освітленості і т.д.), а також доступність для оглядів і ремонтів, можливості заміни і модернізації окремих елементів і т.д. ;

- обмеження ступеня ризику шляхом виконання вимог до вогнестійкості, безвідмовності роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, живучості будівельних конструкцій і т.д.

У конкретних випадках цей перелік може бути уточненим і розширеним. Надійність характеризується показниками ймовірності безвідмовної роботи, напрацювання на відмову, середнім терміном служби.

Відмовою вважається реалізація такого стану споруди, його частини або елемента, який призводить до появи значних економічних збитків або соціальних втрат.

Функціональні характеристики, як правило, відносяться до всієї споруди в цілому; оскільки її складові частини відіграють різні ролі в забезпеченні надійності споруди, вони мають різну відповідальність.

Вимоги до окремих частин і підсистем будівельного об'єкта, що забезпечують функціонування об'єкта, повинні встановлюватися і реалізуватися спільно.

Будівельні конструкції і підстави відповідають наступним вимогам:

- сприймають без руйнування і неприпустимих деформацій впливи, що виникають під час їх зведення і протягом встановленого терміну експлуатації;

- мають достатню працездатність в умовах нормальної експлуатації протягом всього встановленого терміну експлуатації, а саме: їх експлуатаційні параметри (переміщення, вібрації і т.п.) із заданою вірогідністю не виходять за встановлені нормативною або проектною документацією межі, а їх довговічність така, щоб погіршення властивостей матеріалів і конструкцій внаслідок гниття, корозії, стирання та інших форм фізичного зносу не призводить до неприпустимо високої ймовірності відмови;

- мають достатню живучість по відношенню до локальних руйнувань і передбачених нормами аварійних впливів (пожеж, вибухів, наїздів транспортних засобів тощо).

Надійність, в тому числі довговічність і живучість, забезпечуються одночасним виконанням вимог, що пред'являються до вибору матеріалів, конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, до методів розрахунку, проектування і контролю якості робіт при виготовленні конструкцій та їх зведенні, а також дотриманням правил технічної експлуатації, нагляду і догляду за конструкціями.

Виконаємо теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будівлі.

Стіни в осях 3-6 ряд А-Г:

1. Силікатна цегла $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\delta_1 = 510 \text{ мм}$; $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$
2. Утеплювач – «FASROCK» $\gamma = 135 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_2 = 0.039 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ $\delta = 100 \text{ мм}$.
 $R_q \text{ норм.} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2016) для І температурної зони
 $R_1 = 0,51/0,81 = 0,629 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; $R_2 = 0,1/0,039 = 2,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. $R_q \text{ факт.} = 1/\lambda_{\text{в}} + \sum \delta/\lambda$
 $+ 1/\lambda_{\text{н}}$. $R_q \text{ факт.} = 1/23 + 0,629 + 2,56 + 1/8 = 0,043 + 0,629 + 2,56 + 0,115 = 3,347$
 $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. $R_q \text{ факт.} \geq R_q \text{ норм}$

Стіни в осях 1-3 ряд А-Е та сходові клітини в осях 6-7 :

1. Силікатна цегла $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\delta_1 = 380 \text{ мм}$; $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$
2. Утеплювач – «FASROCK» $\gamma = 135 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_2 = 0.039 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ $\delta = 120 \text{ мм}$.
 $R_q \text{ норм.} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2016) для І температурної зони
 $R_1 = 0,38/0,81 = 0,469 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. $R_2 = 0,12/0,039 = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. $R_q \text{ факт.} = 1/\lambda_{\text{в}} + \sum$
 $\delta/\lambda + 1/\lambda_{\text{н}}$. $R_q \text{ факт.} = 1/23 + 0,469 + 3,08 + 1/8 = 0,158 + 3,549 = 3,71 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. R_q
 $\text{факт.} \geq R_q \text{ норм}$

Покрівля в осях 3-6 ряд А-Г :

1. Збірні з/б плит апокриття $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$ $\delta = 100 \text{ мм}$. $\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.
2. Утеплювач - "Техноруп Н30" $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 200 \text{ мм}$; $\lambda = 0.041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.
3. Утеплювач - "Техноруп В70" $\gamma = 190 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 50 \text{ мм}$; $\lambda = 0.043 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.

4. Цементно-пісчаний р-р М 150 $\delta = 30$ мм $\gamma = 1600$ кг/м³ . $\lambda = 0.81$ Вт/(м·К).

5. Руберойд $\gamma = 600$ кг/м³ $\lambda = 0.17$ Вт/(м·К). $\delta = 10$ мм.

R_q норм. = 6,0 м². К/Вт (ДБН В.2.6-31:2016 с 01.04.17) для I температурної зони

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,10 / 1,92 = 0,052 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,03 / 0,81 = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,2 / 0,041 = 4,87 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,05 / 0,043 = 1,163 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,01 / 0,17 = 0,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_q \text{ факт.} = 1 / \lambda_{\text{в}} + \sum \delta / \lambda + 1 / \lambda_{\text{н}}$$

$$R_q \text{ факт.} = 1 / 23 + 0,052 + 0,037 + 4,87 + 1,163 + 0,06 + 1 / 8,7 = 0,158 + 6,182 = 6,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_q \text{ факт.} \geq R_q \text{ норм}$$

Покрівля в осях 1-3 ряд А-Е та сходові клітини в осях 6-7 :

1. Збірна з/б плита покриття $\gamma = 2500$ кг/м³ $\delta = 220$ мм.

$\lambda = 1.92$ Вт/(м·К).

2. Керамзитовий гравій (уклоноутворюючий) $\delta = 20$ мм $\gamma = 600$ кг/м³ . $\lambda = 0.17$ Вт/(м·К).

3. Утеплювач - "Техноруп Н30" $\gamma = 100$ кг/м³; $\delta = 200$ мм.; $\lambda = 0.041$ Вт/(м·К).

4. Утеплювач - "Техноруп В70" $\gamma = 190$ кг/м³; $\delta = 50$ мм.; $\lambda = 0.043$ тВт/(м·К).

5. Цементно-пісчаний р-р М 150 $\delta = 30$ мм $\gamma = 1600$ кг/м³ . $\lambda = 0.81$ Вт/(м·К).

6. Руберойд $\gamma = 600$ кг/м³ $\lambda = 0.17$ Вт/(м·К). $\delta = 10$ мм.

R_q норм. = 6,0 м². К/Вт (ДБН В.2.6-31:2016 с 01.04.17) для I температурної зони.

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,22 / 1,92 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,02 / 0,17 = 0,117 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,03 / 0,81 = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,2 / 0,041 = 4,87 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,05 / 0,043 = 1,163 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,01 / 0,17 = 0,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$Rq \text{ факт.} = 1/\lambda_{\text{в}} + \sum \delta/\lambda + 1/\lambda_{\text{н}}$$

$$Rq_{\text{факт.}} = 1/23 + 0,115 + 0,117 + 0,037 + 4,87 + 1,163 + 0,06 + 1/8,7 = 0,158 + 6,362 = 6,483$$

$$m2.K/Вт. Rq \text{ факт.} \geq Rq \text{ норм}$$

Заходи з енергозбереження передбачені наступні.

Річні витрати холодної води становить 638,75м³. Для виміру витрати води в будівлі запроектований водомірний вузол з лічильником ET15-30 класу С.

Для зниження теплових втрат у внутрішніх системах проектом передбачаються наступні заходи:

- застосування труб з поліпропілену знижує теплові втрати на 20% в порівнянні зі сталевими трубопроводами;
- приготування гарячої води в безпосередній близькості від споживача виключає втрати тепла при транспортуванні в зовнішніх мережах.

Заходи з охорони водних ресурсів передбачені наступні.

Стоки від санітарних приладів не токсичні, скидаються в мережу міської каналізації і далі прямують на очисні споруди для подальшої біологічної очистки (табл. 3.1).

До заходів енергозбереження відносяться:

- застосування енергоефективного обладнання;
- встановлення технічного обліку

Організаційно-технологічна послідовність і методи виробництва основних будівельно-монтажних робіт.

В основу виробництва будівельно-монтажних робіт покладено такі основні рішення:

- механізація основних робіт;
- індустріальна заготівля всіх елементів, деталей і конструкцій, збірка їх в окремі блоки і вузли;
- застосування передових методів монтажу конструкцій і деталей на лад майданчику та прогресивних методів;

- виконання робіт; першочергове виконання робіт підготовчого періоду, дотримання технологічних карт і карт трудових процесів, норм тривалості будівництва;

- своєчасне забезпечення об'єктів будівництва матеріалами, деталями і напівфабрикатами, організація комплектної їх поставки;

- організація побутового і медичного обслуговування будівельників;

- дотримання встановлених норм і правил пожежної безпеки, техніки безпеки, охорони праці.

Організація підготовчих робіт на будівництві. До початку виробництва основних будівельно-монтажних робіт необхідно виконати комплекс підготовчих робіт:

- встановити тимчасове огороження;

- організувати постачання будмайданчика електричною енергією і водою.

Проектом організації капітального ремонту передбачено виконання робіт в будинку, який не буде експлуатуватися під час виконання будівельних робіт.

Розрахунок тривалості будівництва в проекті організації будівництва виконано на підставі ДСТУ БА.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» і витрат праці робітників з використанням формули:

$$T_n = N_{тр} / (П \cdot N_{зм} \cdot 22), \quad (3.1)$$

де T_n – тривалість будівництва, міс.; $N_{тр}$ – нормативна трудомісткість за прямими витратами, чол-день; $П$ – потреба (наявність) в кадрах, чол.; $N_{зм}$ – прийняте кількість змін за робочий день; 22 – прийняте число робочих днів на місяць.

Нормативна трудомісткість по прямих витратах робітників (за кошторисною документацією) становить 8461 чол.-дн. (67686 чол-годину.)

Кількість робочих, зайнятих на будмайданчику, становить 30 осіб. Режим роботи - однозмінний. Прийняте число робочих днів у місяці – 22.

$$8461 / (30 \times 1 \times 22) = 12.8 \text{ (міс)}$$

Тривалість капітального ремонту становить - 12.5 міс. З них підготовчий період становить 0,5 міс.

Рекомендації з охорони навколишнього середовища в процесі виконання будівельно-монтажних робіт.

Для зменшення забруднення атмосфери в процесі здійснення будівництва проектом організації будівництва рекомендується здійснювати заходи, які наведені нижче.

- застосування електроенергії для технологічних потреб будівництва натомість твердого та рідкого палива;
- усунення відкритого зберігання, навантаження і перевезення сипучих пилять (застосування контейнерів, спеціальних транспортних засобів);
- застосування герметичних ємкостей для перевезення розчинів і бетонів;
- дотримання технології і забезпечення якості виконуваних робіт;
- завершення будівництва доброякісної прибиранням і благоустрою території з відновленням рослинного шару;

Тимчасові автомобільні дороги та інші під'їзні шляхи повинні влаштовуватися з урахуванням вимог щодо запобігання ушкоджень сільгоспугідь і деревно-чагарникової рослинності.

У проекті передбачаються заходи, що забезпечують в процесі будівництва охорону повітряного басейну, зниження рівня шуму та відновлення рослинного покриву:

- застосування для складування будівельних матеріалів майданчиків з твердим покриттям;
- складування будівельного сміття здійснювати в контейнери, а в міру їх накопичення забезпечити вивезення сміття на звалище;
- збір (сортування) та тимчасове зберігання (складування) відходів будівництва, що підлягають переробці та подальшого використання повинні здійснюватися окремо за сукупністю позицій, які мають один напрямок використання - за класами небезпеки.

- демонтуються ртутьвмісткі лампи не збираються на об'єкті, а відразу передаються спеціалізованому підприємству, яке має ліцензію на утилізацію.
- використання техніки без шкідливих викидів в атмосферу;
- земляні роботи проводити тільки при наявності проектної документації;
- на території будівельного майданчика заборонений ремонт техніки і слив паливно-мастильних матеріалів.

На території існуючої житлової забудови в період виконання будівельних робіт очікуваний рівень шуму не буде перевищувати нормативних значень зазначених акустичних характеристик відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».

А) Розрахунок показника біосумісності матеріалів та виробів.

Показник біосферної сумісності матеріалів та виробів є комплексним показником, що враховує вплив на біосферу видобування сировини, транспортування на заводи будівельної індустрії, виготовлення матеріалу або виробу, його складування та зберігання на складах заводів.

$$D_M = \frac{\sum_{i=1}^n D_{Mi} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (3.2)$$

де D_{Mi} – показник викидів j -ої забруднюючої речовини у повітря на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу, де:

$$y = \frac{4.96}{N} \cdot x + 4.96 \quad (3.3)$$

де N – нормативно допустиме значення викидів j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го матеріалу; x – фактичне значення викидів j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го матеріалу.

$$\begin{cases} x_1 = 0, d_1 = 0,993; \\ x_2 = N, d_1 = 0,37 \end{cases} \quad (3.4)$$

Це обґрунтовується тим, що при відсутності викидів матеріал не шкодить екології, а при викидах більших за встановлену норму – оцінка незадовільна.

$m_{M.пij}$ – ваговий коефіцієнт j -ої забруднюючої речовини повітря для i -го матеріалу; k – кількість забруднюючих речовин в i -му матеріалі; $d_{M.свij}$ – показник скиду j -ої забруднюючої речовини у стічні води на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу; $m_{M.свij}$ – ваговий коефіцієнт j -ої забруднюючої речовини водного басейну для i -го матеріалу; $d_{M.гij}$ – показник забруднення ґрунтів j -ою забруднюючої речовиною на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу; $m_{M.гij}$ – ваговий коефіцієнт j -ої забруднюючої речовини ґрунтів для i -го матеріалу або виробу; $d_{M.пi}$ – комплексний показник викидів забруднюючих речовин у повітря на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу; $d_{M.свi}$ – комплексний показник скидів стічних вод у водні басейни на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу; $d_{M.гi}$ – комплексний показник забруднення ґрунтів на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу; $d_{M.ei}$ – показник енергоємності будівельної продукції на одиницю об'єму i -го матеріалу або виробу/

N – нормативно допустима витрата енергії на виготовлення одиниці об'єму даного матеріалу, x – фактична витрата енергії на одиницю об'єму; $d_{M.вi}$ – показник відновлення природного середовища на виготовлення i -го матеріалу або виробу.

Це обґрунтовується тим, що якщо природа відновлюється швидше ніж руйнується матеріал, то це дуже добре, а якщо на відновлення потрібно в 2 рази більше часу, ніж строк експлуатації матеріалу, то це вже незадовільно.

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

$$d_{Mzi} = (d_{Mzi\ 1})^{m_{Mzi\ 1}} \cdot (d_{Mzi\ 2})^{m_{Mzi\ 2}} \quad (3.6)$$

де $d_{Mzi\ 1}$ – показник ризику неканцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму i -го матеріалу або виробу, що визначається за формулою:

$$y = HI - 1, \quad (3.7)$$

де HI – індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів;

$$y = -0,383 \cdot \lg(CR_a) - 1,52, \quad (3.8)$$

$$y = -0,383 \cdot \lg(R_s) - 1,52 \quad (3.9)$$

де CR_a – канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох канцерогенних речовин; R_s – соціальний ризик; $m_{M,zi}$ – вагові коефіцієнти відповідних показників; D_{Mi} – показник біосумісності i -го матеріалу або виробу на одиницю його об'єму; V_i – об'єм i -го матеріалу або виробу у будівлі.

Виконаємо порівняльне дослідження показників біоінтегративності будівництва за матеріалами та виробами на протязі експериментального періоду 10 місяців.

За результатами експериментального дослідження отримані рівняння поліноміальних залежностей значень показників біоінтегративності будівництва за матеріалами.

До екологізації виробництва :

$$D_{M0}: y = 0,1114x^2 - 1,0608x + 13,497.$$

Після екологізації виробництва :

$$D_{M1}: y = 0,0928x^2 - 1,0123x + 11,135.$$

За рисунком 3.2 видно, що значення показників зменшуються після виконання екологізації будівельних робіт.

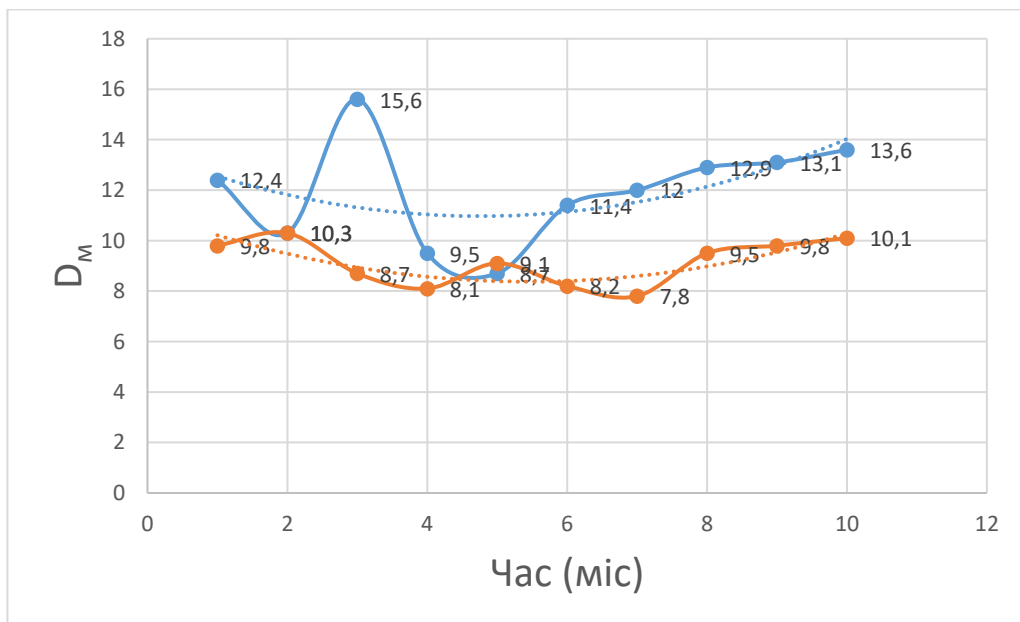


Рисунок 3.2 – Графіки зміни показника біоінтегративності будівництва за матеріалами та виробами у часі ($y = 0,1114x^2 - 1,0608x + 13,497$; $y = 0,0928x^2 - 1,0123x + 11,135$)

Б) Розрахунок показника біоінтегративності етапу будівництва будівлі.

Показник біосферної сумісності етапу будівництва D_B є комплексним показником, що враховує вплив на біосферу технологічних процесів будівництва, включаючи транспортування виробів і матеріалів з заводів будівельної індустрії чи безпосередньо з місць видобування. Цей показник пропонується розраховувати за формулою (3.2), де індекс «М» замінюється на індекс «Б», при цьому члени, що входять у формулу, будуть мати такі значення:

$d_{B.пij}$, $d_{B.сvij}$, $d_{B.гij}$ – показники викидів відповідно у повітря, стічні води та ґрунт j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го технологічного процесу, де N – нормативно допустиме значення викидів j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го технологічного процесу; x – фактичне значення викидів j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го технологічного процесу;

$m_{B.пij}$, $m_{B.сvij}$, $m_{B.гij}$ – вагові коефіцієнти показників забруднення відповідно повітря, стічних вод та ґрунту j -ої забруднюючої речовиною для i -го технологічного процесу; k – кількість забруднюючих речовин, що викидаються при проведенні i -го технологічного процесу;

$d_{B.пi}$, $d_{B.сви}$, $d_{B.гi}$ – комплексні показники викидів відповідно у повітря, стічні води та ґрунт забруднюючих речовин на одиницю об'єму i -го технологічного процесу;

$d_{B.ei}$ – показник енергоємності одиниці об'єму i -го технологічного процесу, який розраховується за формулою (3.3), де N – нормативно допустима витрата енергії на одиницю об'єму i -го технологічного процесу, x – фактична витрата енергії на одиницю об'єму i -го технологічного процесу; $d_{B.vi}$ – показник відновлення природного середовища на одиницю об'єму i -го технологічного процесу, який розраховується за формулою (3.3), де N – кількість років експлуатації конструкції, матеріалу або виробу, що були створені (вмонтовані) у будівлі до їхньої повної заміни у результаті проведення i -го технологічного процесу, x – кількість років, необхідних

природі на відновлення пошкоджень, пов'язаних з проведенням одиниці об'єму i -го технологічного процесу; $d_{Б.зі}$ – показник впливу на здоров'я населення на одиницю об'єму i -го технологічного процесу, який розраховується за формулою (3.6) при заміні індексу «М» на індекс «Б», при цьому члени, що входять у формулу будуть мати такі значення:

$d_{Бзі_1}$ – показник ризику неканцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму i -го технологічного процесу, що визначається за формулою (3.7);

$d_{Бзі_2}$ – показник ризику канцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму i -го технологічного процесу, що визначається за формулою (3.8); $m_{Б.зі_1}$ – ваговий коефіцієнт показника ризику неканцерогенних ефектів; $m_{Б.зі_2}$ – ваговий коефіцієнт показника ризику канцерогенних ефектів; $d_{Б.сі}$ – показник соціального ризику впливу i -го технологічного процесу на одиницю його об'єму, який розраховується за формулою (3.9); $m_{Б.пі}$, $m_{Б.сві}$, $m_{Б.гі}$, $m_{Б.сі}$, $m_{Б.ві}$, $m_{Б.зі}$, $m_{Б.сі}$ – вагові коефіцієнти відповідних показників.

$D_{бі}$ – показник біосферної сумісності i -го технологічного процесу на одиницю його об'єму;

V_i – об'єм i -го технологічного процесу при будівництві будівлі.

Рисунок 3.3 відображає верхній графік значень показника до застосування екологізаційних заходів та нижній – після екологізації. Отже впливи на навколишнє середовище зменшились після екологізації.\

За результатами експериментального дослідження отримані рівняння поліноміальних залежностей значень показників біоінтегративності процесу будівництва будівлі.

До екологізації виробництва :

$$D_{Б0}: y = 0,1235x^2 - 1,1347x + 7,4567.$$

Після екологізації виробництва :

$$D_{Б1}: y = 0,0591x^2 - 0,593x + 3,8867.$$

В) Розрахунок показника біоінтегративності етапу експлуатації будівлі

Показник біоінтегративності етапу експлуатації будівлі D_E є комплексним показником, що враховує вплив на біосферу процесів, що тривають під час її експлуатації. Цей показник пропонується розраховувати за формулою:

$$D_E = (D_{ПП})^{m_{ПВ}} \cdot (D_{ПР})^{m_{ПР}} \cdot (D_{КР})^{m_{КР}} \quad (3.10)$$

де $D_{П.П}$ – показник біосферної сумісності повсякденних процесів, пов'язаних з експлуатацією будівлі; $D_{П.Р}$ – показник біосферної сумісності поточних ремонтів; $D_{К.Р}$ – показник біосферної сумісності капітальних ремонтів; $m_{П.В}$, $m_{П.Р}$, $m_{К.Р}$ – вагові коефіцієнти відповідних показників.

Показник біосферної сумісності повсякденних процесів $D_{П.П}$ пропонується розраховувати за формулою (3.6), де індекс «М» замінюється на індекс «ПП», при цьому члени, що входять у формулу, будуть мати такі значення:

$d_{П.П.п.ij}$, $d_{П.П.с.в.ij}$, $d_{П.П.г.ij}$ – показники викидів відповідно у повітря, стічні води та ґрунт j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу, які розраховуються за формулою (3.7), де N – нормативно допустиме значення викидів j -ої забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу; x – фактичне значення викидів j -ї забруднюючої речовини на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу; $m_{П.П.п.ij}$, $m_{П.П.с.в.ij}$, $m_{П.П.г.ij}$ – вагові коефіцієнти показників забруднення відповідно повітря, стічних вод та ґрунту j -ої забруднюючої речовиною для i -го повсякденного процесу;

k – кількість забруднюючих речовин, що викидаються при i -му повсякденному процесі;

$d_{П.П.п.і}$, $d_{П.П.с.в.і}$, $d_{П.П.г.і}$ – комплексні показники викидів відповідно у повітря, стічні води та ґрунт забруднюючих речовин на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу; $d_{П.П.е.і}$ – показник енергоємності одиниці об'єму i -го повсякденного процесу, який розраховується за формулами (3.7), де N –

нормативно допустима витрата енергії на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу, x – фактична витрата енергії на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу;

$d_{П.Пвi}$ – показник відновлення природного середовища на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу, який розраховується за формулою (3.8), де N – кількість років експлуатації будівлі, x – кількість років, необхідних природі на відновлення пошкоджень, пов'язаних з проведенням одиниці об'єму i -го повсякденного процесу; $d_{П.Пzi}$ – показник впливу на здоров'я населення на одиницю об'єму i -го повсякденного процесу, який розраховується за формулою (3.10) при заміні індексу «М» на індекс «П.П», при цьому члени, що входять у формулу будуть мати такі значення:

$d_{П.Пzi_1}$ – показник ризику неканцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму i -го повсякденного процесу;

$d_{П.Пzi_2}$ – показник ризику канцерогенних ефектів на здоров'я населення одиниці об'єму i -го повсякденного процесу;

$m_{П.Пzi_1}$ – ваговий коефіцієнт показника ризику неканцерогенних ефектів; $m_{П.Пzi_2}$ – ваговий коефіцієнт показника ризику канцерогенних ефектів; $d_{П.Пci}$ – показник соціального ризику впливу i -го повсякденного процесу на одиницю його об'єму; $m_{П.Пi}$ – вагові коефіцієнти відповідних показників.

D_{Bi} – показник біосферної сумісності i -го повсякденного процесу на одиницю його об'єму;

V_i – об'єм i -го повсякденного процесу за строк експлуатації будівлі.

За результатами експериментального дослідження отримані рівняння поліноміальних залежностей значень показників біоінтегративності процесу експлуатації будівлі.

До екологізації виробництва :

$$D_{E0}: y = -0,0011x^2 + 0,2246x + 2,1083.$$

Після екологізації виробництва :

$$D_{E1}: y = 0,0402x^2 - 0,3077x + 1,8167.$$

Показник біосумісності поточних ремонтів D_P пропонується розраховувати за формулою:

$$D_P = (D_{M1})^{m_{M1}} \cdot (D_{B1})^{m_{B1}} \cdot (D_{D1})^{m_{D1}} \quad (3.11)$$

де D_{M1} – показник біосферної сумісності матеріалів та виробів заводського виготовлення, необхідних для проведення поточних ремонтів, що визначається аналогічно D_M ;

D_{B1} – показник біосферної сумісності процесу проведення поточних ремонтів, що визначається аналогічно D_B ;

D_{D1} – показник біосферної сумісності утилізації матеріалів та конструкцій які були вилучені у при поточних ремонтах, що визначається аналогічно D_D ; m_{M1} , m_{B1} , m_{D1} – вагові коефіцієнти відповідних показників.

За результатами експериментального дослідження отримані рівняння поліноміальних залежностей значень показників біоінтегративності процесу експлуатації будівлі.

До екологізації виробництва :

$$D_{E0}: y = 0,0011x^2 + 0,3905x + 4,8383.$$

Після екологізації виробництва :

$$D_{E1}: y = -0,0447x^2 + 0,8438x + 1,95.$$

Завершено експериментальне розрахункове дослідження біоінтегративності будівництва взаємозалежною діаграмою середніх значень розглянутих показників (рис. 3.6).

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 демонтаж відпрацьованих будівель.

При оцінці біоінтегративного впливу будівельних матеріалів слід враховувати вплив на навколишнє середовище не тільки самого матеріалу, але й усього комплексу процесів, що супроводжують матеріал за його повний життєвий цикл – від видобутку до повного знищення, ліквідації чи, що більш бажано, повторного використання для одержання нових матеріалів або

виробів. Методика впроваджує розрахунок показників біосферної сумісності матеріалів та виробів, етапу будівництва, етапу експлуатації будівлі, етапу демонтажу будівлі.

Запроваджена в даному розділу аналітична система прийняття рішень є цілком адаптованою до сучасних вимог щодо забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель та споруд, які визначені Міжнародними нормами. Даний інструментарій розглядає надійність будівельного об'єкту як поєднання безпеки, придатності до нормальної експлуатації і довговічності. Безпечність розглядається як властивість будівельного об'єкта зберігати придатність до експлуатації впродовж передбаченого терміну без потенційної загрози життю і здоров'ю людей.

Дослідженні і розроблені методологічні напрями з визначення біологічної інтегративності будівельних процесів в умовах функціонування навколишнього середовища .

Проаналізовані сучасні підходи та поняття з надійності та енергоефективності будівництва. Визначене значення організаційно-технологічно надійності в будівництві. Надійність розглянута як необхідна здатність виконувати певне завдання або як імовірність виконання певної функції або функцій протягом заданого терміну в існуючих умовах, тобто як безвідмовність виконання проектних дій.

Розглянуті методи визначення надійності виробничих процесів будівництва. Обґрунтована актуальність впровадження енергоефективних технологій у сучасному будівництві України.

Визначена методологія формування інтегративних процесів в будівництві. Розглянуте значення техногенного впливу процесів будівництва. Розкрита біоінтегративність будівельного виробництва. Розкрита ефективність екологізації будівництва.

Виконані розрахункові дослідження біоінтегративних процесів в будівництві. Визначений об'єкт для виконання практичного дослідження: будівля дитячо-юнацької спортивної школи м Марганець. Виконані

розрахунки показників біоінтегративності будівельних процесів при виконання капітального ремонту будівлі.

Вирішені завдання щодо впровадження біологічно-інтегративних технологій в процес будівельного виробництва на основі пошуку раціональних рішень в частині мінімізації витрат на їх впровадження та експлуатацію при досягненні найбільшого ефекту з екологізації та збереження навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

Дослідженні і розроблені методологічні напрями з визначення біологічної інтегративності будівельних процесів в умовах функціонування навколишнього середовища .

Проаналізовані сучасні підходи та поняття з надійності та енергоефективності будівництва. Визначене значення організаційно-технологічно надійності в будівництві. Надійність розглянута як необхідна здатність виконувати певне завдання або як імовірність виконання певної функції або функцій протягом заданого терміну в існуючих умовах, тобто як безвідмовність виконання проектних дій.

Розглянуті методи визначення надійності виробничих процесів будівництва. Обґрунтована актуальність впровадження енергоефективних технологій у сучасному будівництві України.

Визначена методологія формування інтегративних процесів в будівництві. Розглянуте значення техногенного впливу процесів будівництва. Розкрита біоінтегративність будівельного виробництва. Розкрита ефективність екологізації будівництва.

Виконані розрахункові дослідження біоінтегративних процесів в будівництві. Визначений об'єкт для виконання практичного дослідження: будівля дитячо-юнацької спортивної школи м Марганець. Виконані

розрахунки показників біоінтегративності будівельних процесів при виконання капітального ремонту будівлі.

Вирішені завдання щодо впровадження біологічно-інтегративних технологій в процес будівельного виробництва на основі пошуку раціональних рішень в частині мінімізації витрат на їх впровадження та експлуатацію при досягненні найбільшого ефекту з екологізації та збереження навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Атаев С.С. Индустриальная технология строительства из монолитного бетона. Москва, Стройиздат, 1989. 214 с.
- 2 Амоша А.И., Федоренко В.Г., Белопольский Н.Г., Турченко Д.К. Экономические подходы к эффективному использованию энергетических ресурсов . *Економіка та держава*. 2008. № 1. С. 4–7.
- 3 Бадьин Г.М., Заренко В.А. Справочник строителя-технолога . Санкт-Петербург, 2005. 128 с.
- 4 Беляков Ю.И., Снежко Л.П. Реконструкция промышленных предприятий. Киев: Вища школа, 1988. 256 с.
- 5 Бойко Н.О., Коротчин В.Ф. Обґрунтування ефективного впливу енергозберігаючих технологій на економічну безпеку підприємств . *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2012. № 39. С. 7–10.
- 6 Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома: Санкт-Петербург, 2011. 480 с.
- 7 Губій М.М., Ахмеднабієв Р.М. Проектування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навч. посібник Харків : Тимченко, 2007. 192 с.
- 8 ДБН А.2.2-3-2004 Державні будівельні норми. Проектування «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва [чинний від 2004-07-01] . Київ: Держбуд України, 2004 36 с.
- 9 ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення [Чинний від 2019-12-01] . Видання офіційне. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2019. 43 с.
- 10 ДБН А.3.1-5-2016. Державні будівельні норми. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва: [чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 67 с.

- 11 ДБН А.3.2-2-2009 Державні будівельні норми. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: [чинний від 2012-01-04]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
- 12 ДБН В.2.2-9:2009 Державні будівельні норми. Громадські будівлі та споруди: [Чинний від 01.07.2010]. Київ: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2009р. 49с.
- 13 Діак І. В. Енергозбереження: реалії сьогодення. *Дзеркало тижня*. 2008. № 21(700). С. 9.
- 14 Дзядикевич Ю.В., Буряк М.В., Розум Р.І. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження . *Інноваційна економіка*. 2011. №2. С. 119 - 122.
- 15 Жван В.Д. Технологія будівельного виробництва в житлово-комунальному господарстві : навч. посібник . Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2010. 316 с.
- 16 Закон України «Про енергозбереження» - Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
- 17 Исаханов Г.В. Основы научных исследований в строительстве: Уч. пособие. Київ: Вища школа, 1985. 140 с.
- 18 Кащенко Т.О., Сьомка С.В., Бородкіна І.М. Енергозбереження в архітектурі індивідуальних житлових будинків. Київ : КНУБА, 2010. 44с.
- 19 Каменные конструкции и их возведения. Справочник строителя./ Воробьёв С. А., Камейко В. А. и др. Москва: Стройиздат, 1989. 240 с.
- 20 Карапузов Є. К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник Київ : Вища школа, 2004. 416 с.
- 21 Кокин А.Д., Вершинина О.С. и др. Отделочные работы в строительстве. Справочник строителя. Москва: Стройиздат, 1987., 213 с.

- 22 Клименко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. 304 с.
- 23 Король В.П. Архітектурне проектування житла: Навчальний посібник. Київ: ФЕНІКС, 2006. с.208
- 24 Ковальчук Ю.Г., Крамаренко Е.Р., Омельчук В.П. Енергозберігаючий будинок – теплий, комфортний і дешевий. *Будівництво України*. 2001. № 1.С. 26–27.
- 25 Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов. 2-я редакция. Москва: Экономика, 2000. 421 с.
- 26 Методи та інструменти оцінювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://energefficiency.in.ua/stati/energoeffektivnost-i-energoberezhenie>
- 27 Нагорний М.В. Енергоефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків . Харків, 2001.
- 28 Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; за ред. С.А. Ушацького. Київ: Кондор, 2007. 521 с.
- 29 Технологія і організація ремонтно-будівельних робіт / Л.О. Пальченко та ін. Харків: Основа, 1992., 186 с.
- 30 Панченко В.О. Технологія зведення, ремонту і реконструкції спеціальних споруд: підр.. Харків: ХНАМГ, 2007.
- 31 Порывай Г.А. Технологическая эксплуатация зданий. Москва: Стройздат, 1990. 368 с.
- 32 Прокопитин А.П. Капитальный ремонт зданий. Справочник инженера-сметчика. Т2. Москва: Стройиздат, 1991. 362 с.
- 33 Податковий кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2755%D0%B2-17/paran4#n4>. 12.

- 34 Ратушняк Г.С., Джеджула В.В., Анохіна К.В. Енергозберігаючі джерела теплопостачання: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 170 с.
- 35 Савйовський В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В.В. Савйовский, Харків: Ватерпас, 1999. 210 с.
- 36 Строительное производство. Организация и технология работ. . Онуфриев И.А., Аблязов Л.П. и др. Москва: Стройиздат, 1989. 258 с.
- 37 Саницький М. А., Позняк О. Р., Маруща У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві: Навчальний посібник к. Друге видання, виправлене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с.
- 38 Справочник по технологии капитального ремонта жилых и общественных зданий / Кушнарюк Г.Ю. и др. Киев: Будівельник, 1989. 256 с.
- 39 Сердюк В.Р., Франишина С.Ю. Енергозбереження в будівництві — вимога сьогодення. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2009. № 4 стор 17-21
- 40 Технология строительного производства / Литвинов О.О., Беляков Ю.И., Батура Г.М. и др: Учебник. Киев: Вища школа, 1985. 542 с.
- 41 Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.; за ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002. 430 с.
- 42 Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий: уч. пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 220 с.
- 43 Технология строительного производства: учебник / Бадьин Г.М., Мещеряков А.В. и др. Ленинград: Стройиздат, 1987. 186 с.
- 44 Технология возведения зданий и сооружений / Тимченко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. и др. Москва: Высшая школа, 2001. 248 с.

- 45 Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель : навч. посібник / А. І. Гавриляк, І. Б. Базарник. Р. І. Кінаш. та ін. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. 540 с.
- 46 Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://naer.gov.ua/normativno-pravovi-akti>.
- 47 Хамзин С.К., Карасёв А.К. Технология строительных работ: пособие по курсовому и дипломному проектированию. Москва: Высшая школа, 1989. 340 с.
- 48 Филимонов П.И. Технология и организация ремонтно-строительных работ . Москва : Высшая школа, 1988. 479 с.
- 49 Фокин Г.С., Кондращенко Е.В. Строительные материалы: справочник. Харків. АЛЕФ Инфо Трейд, 2008. 425 с.
- 50 Шаповал С.В., Баранова А.А. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків :ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 97 с.
- 51 Экономическая эффективность энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: учебн. пособие / А.И Еремкин, Т.И. Королева, Г.В. Данилин и др. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 184 с