

Михайло МАЛИХІН,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-9721-2733

Олександр ДУБЕНСЬКИЙ,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві

ORCID: 0009-0005-5759-7789

Ярослав КУЗЬМІЧ,

аспірант. кафедри менеджменту в будівництві

ORCID: 0009-0009-7941-4890

Кирило КРИВДА,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві

ORCID: 0009-0005-6724-4119

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ КРИТЕРІЇВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОЄКТУ БУДІВЕЛЬНОГО ДЕВЕЛОПМЕНТУ

Стаття присвячена дослідженню теоретико-методологічних основ інтегрованого підходу до оптимізації критеріїв життєвого циклу проєкту будівельного девелопменту. У сучасних умовах розвитку будівельного ринку, що характеризується високою динамікою змін, зростаючими екологічними вимогами та необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів, проблема оптимізації критеріїв життєвого циклу девелоперських проєктів набуває особливої актуальності. Традиційні методи управління життєвим циклом будівельних проєктів часто не враховують усього спектра чинників, що впливають на їх успішну реалізацію, а також не забезпечують достатньої гнучкості у реагуванні на зміни зовнішнього середовища.

Інтегрований підхід до оптимізації критеріїв життєвого циклу передбачає комплексне врахування економічних, екологічних, технологічних та соціальних аспектів проєктної діяльності. Особливу увагу приділено аналізу сучасних концепцій управління девелоперськими проєктами, зокрема методології Life Cycle Costing (LCC), Value Engineering (VE) та Building Information Modeling (BIM), які забезпечують комплексне управління ресурсами та ефективне прийняття рішень на всіх етапах життєвого циклу.

Визначено, що основними критеріями оптимізації життєвого циклу будівельного проєкту є мінімізація витрат протягом усього циклу, підвищення екологічної стійкості, забезпечення інноваційності проєктних рішень та відповідність стратегічним цілям девелопера. Запропоновано використання інтегрованої моделі оцінки життєвого циклу, що базується на поєднанні методів мультикритеріального аналізу та ризик-менеджменту. Окремий акцент зроблено на важливості цифровізації процесів управління життєвим циклом девелоперських проєктів. Використання BIM-технологій, інтелектуального аналізу даних (Big Data), штучного інтелекту (AI) та блокчейн-рішень дозволяє автоматизувати процеси планування, реалізації та контролю проєктів, що сприяє підвищенню їх ефективності та зниженню ризиків.

Також розглянуто питання адаптивного управління життєвим циклом у контексті сучасних викликів, таких як урбанізація, зміна клімату та нестабільність економічного середовища. Запропоновано алгоритм інтеграції сучасних інструментів управління у процес планування та реалізації будівельних проєктів, що дозволяє підвищити їхню гнучкість та стійкість до зовнішніх змін. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення управління будівельними девелоперськими проєктами, розробки методологічних підходів до оцінки їх ефективності, а також для створення нових моделей оптимізації життєвого циклу проєктів з урахуванням сучасних вимог ринку та інноваційних технологій.

Ключові слова: *життєвий цикл проєкту, будівельний девелопмент, інтегрований підхід, оптимізація, управління ризиками, BIM, Life Cycle Costing, Value Engineering, цифрова трансформація.*

Вступ. Управління життєвим циклом будівельного девелоперського проєкту є одним із ключових завдань сучасної економіки нерухомості. Оптимізація критеріїв життєвого циклу дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів, зниження витрат, підвищення екологічної стійкості та реалізацію стратегічних цілей девелоперських компаній. У даній статті розглядаються методологічні підходи до формування оптимальної структури життєвого циклу будівельного проєкту, а також можливості інтеграції інноваційних технологій у процес управління.

Сучасний ринок нерухомості вимагає не лише високої швидкості реалізації проєктів, а й їхньої адаптивності до змінних умов середовища. Традиційні підходи до управління життєвим циклом будівельних проєктів часто не враховують комплексний вплив технологічних, екологічних та економічних факторів. Тому розробка інтегрованого підходу до оптимізації критеріїв життєвого циклу проєкту стає необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності девелоперських компаній.

Важливою складовою оптимізації є використання цифрових технологій, зокрема Building Information Modeling (BIM), системи штучного інтелекту для аналізу даних, а також методів прогнозного моделювання життєвого циклу. Ці інструменти дозволяють підвищити точність розрахунків, зменшити невизначеність під час реалізації проєкту та оптимізувати управлінські процеси.

Крім того, необхідно враховувати взаємодію всіх стейкхолдерів проєкту – інвесторів, підрядників, державних регуляторних органів та кінцевих користувачів. Інтеграція їхніх інтересів у процес управління сприяє більш ефективному прийняттю рішень, що дозволяє уникати затримок та перевитрат.

Актуальність. Сучасний будівельний ринок характеризується високою динамікою розвитку, збільшенням технологічної складності проєктів, зростаючими екологічними вимогами та необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів. У таких умовах традиційні методи управління життєвим циклом будівельних проєктів часто виявляються недостатньо ефективними, що обумовлює потребу в розробці інтегрованих підходів до оптимізації критеріїв життєвого циклу. Одним із ключових аспектів сучасного управління є перехід до методологій, що базуються на аналізі повного життєвого циклу проєкту. Метод Life Cycle Costing (LCC) дозволяє оцінити повні витрати на реалізацію та експлуатацію об'єкта, Value Engineering (VE) сприяє розробці ефективних рішень

на всіх етапах, а застосування BIM забезпечує комплексне управління інформацією про об'єкт.

Значний вплив на ефективність управління життєвим циклом має цифровізація процесів та використання сучасних технологій аналізу даних. Використання Big Data, штучного інтелекту, прогностного моделювання та блокчейн-технологій дозволяє підвищити прозорість операцій, знизити рівень невизначеності та мінімізувати ризики.

Крім того, актуальним є питання інтеграції стейкхолдерів у процес управління життєвим циклом. Взаємодія забудовників, інвесторів, підрядників, регуляторних органів та кінцевих користувачів на всіх етапах створення та експлуатації будівельного об'єкта сприяє більш ефективному прийняттю рішень та забезпечує довгострокову стабільність проекту.

Таким чином, дослідження методологічних основ інтегрованого підходу до оптимізації критеріїв життєвого циклу проекту будівельного девелопменту є актуальним завданням, що спрямоване на підвищення ефективності управління проектами, зниження ризиків та забезпечення сталого розвитку галузі.

Постановка проблеми. Будівельний девелопмент є комплексним процесом, що охоплює всі стадії життєвого циклу проекту – від концепції та планування до реалізації, експлуатації та реконструкції. У сучасних умовах високої конкуренції, зростаючих вимог до якості забудови, підвищення рівня екологічної відповідальності та інтеграції цифрових технологій виникає необхідність у розробці інноваційних підходів до оптимізації критеріїв життєвого циклу будівельного проекту.

Однак, традиційні моделі управління життєвим циклом будівельних проектів часто орієнтовані на короткострокову ефективність і не враховують важливі інтегровані критерії, що поєднують економічні, екологічні, технічні та соціальні фактори. Такий підхід може призводити до нерационального використання ресурсів, підвищених ризиків у фінансуванні та неефективності управління на різних етапах реалізації проекту.

Особливо актуальним стає впровадження інтегрованих підходів до оптимізації критеріїв життєвого циклу, які передбачають системну координацію між девелоперами, інвесторами, державними органами, підрядниками та кінцевими користувачами об'єктів будівництва. Це вимагає застосування сучасних управлінських методологій, включаючи моделі на основі Building Information Modeling (BIM), аналітику великих даних (Big Data), методологію Life Cycle Assessment (LCA) та підходи до сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження життєвого циклу будівельних проектів та його оптимізації є важливим напрямом сучасного економіко-управлінського аналізу. Значний внесок у розробку теоретичних засад життєвого циклу проектів зробили такі вчені, як Д. Кліланд, Г. Керцнер, Р. Тернер, які сформулювали основні принципи стратегічного управління будівельними проектами. У своїх дослідженнях вони наголошували на важливості управління ризиками, інтеграції стейкхолдерів та врахування довгострокових фінансових аспектів у процесі управління девелоперськими проектами.

Значна увага в наукових працях приділяється концепції сталого будівництва (Green Building) та підходам Life Cycle Costing (LCC), які дозволяють оцінювати ефективність інвестиційних рішень на всіх етапах життєвого циклу. Впровадження цифрових технологій, зокрема BIM, а також аналітики великих

даних сприяє покращенню прогнозування витрат, підвищенню точності управлінських рішень та мінімізації ризиків.

Проте, незважаючи на численні дослідження у сфері управління життєвим циклом будівельних проєктів, залишається ряд невирішених проблем. По-перше, відсутня єдина методологія інтегрованої оцінки життєвого циклу, що враховує не лише економічні, але й соціальні, екологічні та технологічні критерії. По-друге, існує брак практичних підходів до оцінки ефективності цифрових інструментів управління життєвим циклом проєктів, зокрема з точки зору їхнього впливу на довгострокову рентабельність девелоперських компаній. По-третє, недостатньо розроблено механізмів координації між усіма учасниками девелоперського процесу, що знижує ефективність реалізації багатофункціональних проєктів. Отже, подальші дослідження у сфері оптимізації критеріїв життєвого циклу будівельного девелопменту мають бути спрямовані на розробку інтегрованої методології управління, що базується на сучасних цифрових технологіях, інструментах оцінки ризиків та принципах сталого розвитку.

Метою цієї статті є обґрунтування теоретико-методологічних засад інтегрованого підходу до оптимізації критеріїв життєвого циклу будівельного девелопменту. Основна увага приділяється аналізу існуючих методів управління життєвим циклом проєкту та розробці ефективної моделі оцінки життєвого циклу, що поєднує фінансові, екологічні, технологічні та соціальні аспекти. У статті досліджується потенціал використання цифрових технологій (BIM, Big Data, IoT, AI) для підвищення точності прогнозування та ефективності управління ресурсами. Також пропонується підхід до інтеграції критеріїв сталого розвитку у систему управління девелоперськими проєктами. Очікувані результати дослідження включають розробку практичних рекомендацій для девелоперських компаній щодо впровадження сучасних методів оцінки та оптимізації життєвого циклу будівельних проєктів з урахуванням ринкових тенденцій та стратегічних викликів.

Виклад основного матеріалу. Життєвий цикл будівельного девелопменту є складним багатофакторним процесом, що охоплює ініціювання, проєктування, фінансування, будівництво, введення в експлуатацію та управління нерухомістю. Для забезпечення ефективності реалізації такого проєкту необхідно оптимізувати ключові критерії життєвого циклу з урахуванням інноваційних методів управління та інтегрованих підходів.

Інтегрований підхід до оптимізації критеріїв життєвого циклу передбачає комплексний аналіз впливу економічних, технічних, фінансових, екологічних та управлінських факторів на кожному з етапів девелопменту. Застосування такого підходу дозволяє забезпечити раціональне використання ресурсів, мінімізацію ризиків та підвищення загальної ефективності проєкту [3].

У сучасних умовах девелоперські проєкти характеризуються високою капіталомісткістю, довготривалим терміном реалізації та значним рівнем невизначеності. Відтак, оптимізація критеріїв життєвого циклу має базуватися на системному підході, що включає планування, прогнозування ризиків, вибір оптимальної фінансової структури та підвищення інноваційної складової будівельного процесу.

Критерії життєвого циклу будівельного девелопменту є багатовимірними показниками, що визначають ефективність, стабільність та рентабельність проєкту. У таблиці 1 представлено основні критерії оптимізації, їхню характеристику та значення для девелоперського процесу.

Таблиця 1

Критерії оптимізації життєвого циклу будівельного девелопменту
(розроблено авторами на основі [3])

Критерій	Характеристика	Значення для проєкту
Фінансова стійкість	Оцінка рівня ліквідності, прибутковості та доступу до фінансових ресурсів	Забезпечує стабільність фінансування на всіх етапах реалізації
Економічна ефективність	Визначення співвідношення витрат і вигод, розрахунок NPV та IRR	Мінімізує витрати та підвищує прибутковість проєкту
Ризики будівництва	Аналіз можливих відхилень від графіка, перевитрат бюджету та технічних проблем	Забезпечує контроль за реалізацією проєкту та своєчасне коригування плану
Екологічна сталість	Врахування екологічних норм, використання енергоефективних матеріалів	Зменшує негативний вплив на довкілля та підвищує інвестиційну привабливість
Якість будівельних робіт	Дотримання будівельних стандартів, контроль відповідності проєктній документації	Підвищує довговічність об'єкта та знижує ризики дефектів
Технологічна інноваційність	Використання сучасних BIM-технологій, автоматизованих систем управління	Оптимізує процеси будівництва, зменшує витрати та покращує управління ресурсами

Оптимізація критеріїв життєвого циклу передбачає використання інтегрованих методологічних підходів, що дозволяють оцінювати комплексні взаємозв'язки між економічними, технічними та управлінськими параметрами проєкту. До основних підходів, які застосовуються у будівельному девелопменті, належать [2]:

1. Системний підхід – забезпечує комплексний аналіз усіх факторів, що впливають на життєвий цикл, включаючи фінансові, технічні та екологічні аспекти.
2. Моделювання сценаріїв розвитку – використовується для прогнозування ризиків та оцінки можливих варіантів реалізації проєкту.
3. Оптимізаційні методи – включають багатокритеріальну оцінку варіантів фінансування, будівельних технологій та організаційних рішень.
4. Інноваційний підхід – передбачає впровадження цифрових технологій управління проєктами, автоматизацію контролю витрат та прогнозування будівельних процесів.

Інтеграція цих методів дозволяє знизити витрати, мінімізувати ризики та підвищити ефективність девелоперських проєктів на всіх етапах їх реалізації.

Інтегрований підхід до оптимізації критеріїв життєвого циклу будівельного девелопменту дозволяє забезпечити сталий розвиток, фінансову стабільність та ефективне управління проєктами. Використання сучасних методологічних підходів у поєднанні з інноваційними технологіями сприяє мінімізації ризиків, підвищенню якості будівництва та покращенню інвестиційної привабливості.

Рациональне управління ресурсами, ефективна фінансова політика та застосування сучасних технологічних рішень є ключовими факторами успішної реалізації будівельних проєктів. Оптимізація критеріїв життєвого циклу дозволяє не лише досягти максимального економічного ефекту, а й сприяти розвитку екологічно та технологічно сталого девелопменту.

Сучасне підприємство – це складний багаторівневий механізм, який діє як єдина система, поєднуючи різноманітні бізнес-процеси для реалізації стратегічних завдань.

Його успішність залежить від взаємодії з ринковим середовищем, клієнтами, партнерами, конкурентами та державними установами. В умовах динамічного розвитку економіки підприємства змушені адаптуватися до змін, одночасно зберігаючи довгострокові стратегічні орієнтири.

Підхід до управління підприємством як системою базується на системному аналізі, який дозволяє оцінювати взаємозв'язок між його ключовими елементами. Основні компоненти такої бізнес-системи включають [1]:

- Виробничий блок – відповідає за створення продукції або надання послуг.
- Фінансовий сектор – контролює розподіл та використання матеріальних і фінансових ресурсів.
- Маркетингова функція – формує попит на продукцію та підтримує зв'язок зі споживачами.
- Кадровий менеджмент – забезпечує управління персоналом та розвиток трудових ресурсів.

Гармонійна інтеграція всіх цих елементів дозволяє досягти синергії та покращити ефективність функціонування підприємства. Наприклад, виробничі потужності повинні відповідати фінансовим можливостям компанії, а маркетингова стратегія має ґрунтуватися на реальних потребах споживачів та особливостях виробничого циклу.

Результативність діяльності підприємства залежить від двох основних аспектів: стратегічного планування та оперативного управління.

- Стратегічне планування визначає довгострокові цілі компанії, її ринкову позицію та конкурентні переваги.
- Оперативне управління зосереджене на реалізації цих цілей у короткостроковій перспективі шляхом контролю ресурсів, якості продукції та гнучкої адаптації бізнес-процесів.

Рівень ефективності підприємства суттєво підвищується завдяки розвитку корпоративної культури, яка визначає основні принципи взаємодії всередині організації. Спільні цінності, підтримка командної роботи та мотивація співробітників сприяють зростанню продуктивності та покращенню іміджу компанії серед партнерів і клієнтів.

Ще одним важливим аспектом розвитку є інноваційна діяльність, що включає впровадження нових технологій, цифровізацію бізнес-процесів та автоматизацію управління. Використання цифрових платформ у маркетингу, фінансовому аналізі та логістиці дозволяє оптимізувати витрати та підвищити ефективність операційної діяльності [5].

Таким чином, сучасне підприємство є не просто економічним суб'єктом, а динамічною системою, яка має бути гнучкою, інноваційною та адаптивною до змін ринкового середовища.

Ефективне функціонування підприємства залежить від збалансованої взаємодії між ключовими компонентами бізнес-системи. Виробничі процеси, фінансова політика, маркетингова стратегія та кадровий менеджмент утворюють єдиний механізм, що забезпечує стійкість та розвиток компанії.

Кожен компонент відіграє важливу роль у досягненні стратегічних цілей, а їхня взаємодія безпосередньо впливає на результативність діяльності підприємства. Наприклад, фінансовий блок формує основу для ресурсного забезпечення всіх процесів, а маркетингова складова допомагає підприємству ефективно працювати на ринку, адаптуючи виробництво під потреби споживачів [6].

У таблиці 2 представлено взаємозв'язок між основними компонентами бізнес-системи та їхнім впливом на ключові показники ефективності підприємства.

Таблиця 2

Взаємозв'язок ключових компонентів бізнес-системи з результативністю підприємства (розроблено авторами на основі [6])

Компонент бізнес-системи	Основні функції	Вплив на результативність підприємства
Виробничий блок	Організація виробничих процесів, управління матеріальними ресурсами, контроль якості продукції	Забезпечує стабільний випуск продукції, підвищує якість та продуктивність праці
Фінансовий блок	Розподіл фінансових ресурсів, бюджетування, контроль витрат та прибутковості	Визначає рівень фінансової стабільності та можливості для інвестицій
Маркетингова складова	Дослідження ринку, визначення потреб споживачів, просування продукції, побудова бренду	Впливає на конкурентоспроможність, залучення клієнтів та зростання продажів
Кадровий менеджмент	Управління персоналом, мотивація працівників, розвиток корпоративної культури	Покращує продуктивність персоналу, знижує плинність кадрів, сприяє командній роботі
Інноваційний розвиток	Впровадження нових технологій, автоматизація бізнес-процесів, цифровізація	Підвищує ефективність, оптимізує витрати та сприяє адаптації до змін ринку

Взаємозв'язок між ключовими компонентами бізнес-системи визначає ефективність роботи підприємства та його здатність до розвитку в конкурентному середовищі. Гармонійна інтеграція виробництва, фінансів, маркетингу та управління персоналом сприяє підвищенню прибутковості, стабільності та конкурентоспроможності підприємства. Використання інноваційних технологій та цифрових рішень дозволяє оптимізувати всі процеси та адаптувати бізнес до сучасних викликів ринку.

Ефективна інтеграція ключових елементів бізнес-системи дозволяє підприємству не лише зберігати стабільність у мінливих умовах, а й досягати стратегічних цілей. Високий рівень адаптивності стає запорукою розвитку компанії, особливо у динамічних та конкурентних галузях.

Сучасний ринок вимагає від підприємств гнучкості у прийнятті рішень та впровадження інноваційних підходів. Глобальні тенденції, зокрема цифровізація, розвиток технологій та нестабільність економічного середовища, змушують компанії регулярно переглядати свої бізнес-стратегії. Це вимагає не тільки швидкої реакції на зміни, а й стратегічного бачення, що дозволяє прогнозувати ризики та можливості.

Формування підприємства як цілісної бізнес-системи є основою для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності. Інтеграція стратегічного управління, технологічного оновлення та інноваційних процесів сприяє не лише адаптації до складних умов, а й активному розвитку компанії.

Постійна трансформація організації є невід'ємною складовою сучасного менеджменту. У науковій та практичній площині існують різні концепції, що відображають сутність змін: реструктуризація, удосконалення, трансформація,

адаптація. Аналіз цих процесів дозволяє зрозуміти їхню роль у стратегічному управлінні.

Зміни можна розглядати як перехід від одного стану до іншого, що допомагає організації залишатися конкурентоспроможною в нестабільному середовищі. У практичному контексті це можуть бути модернізація управлінських підходів, впровадження нових технологій, оптимізація бізнес-моделі або навіть зміна ринкової стратегії компанії [14].

Етимологічно термін «зміна» походить від старофранцузького "changer", що означає «вигин» або «поворот». Це підкреслює ідею адаптації як необхідного процесу реагування на виклики зовнішнього середовища. У класичному визначенні зміни пов'язані з оновленням існуючих бізнес-процесів та їх покращенням.

Ефективне управління змінами потребує глибокого аналізу зовнішнього середовища, що впливає на діяльність підприємства. Основні зовнішні фактори включають [4]:

- Технологічний прогрес – стрімкий розвиток інноваційних рішень змушує компанії впроваджувати автоматизацію, цифрові платформи та інші технологічні оновлення.
- Економічні зміни – коливання фінансових ринків, зміни у валютних курсах та макроекономічні фактори впливають на фінансову політику компанії.
- Конкурентне середовище – зростаюча конкуренція вимагає гнучких стратегічних рішень та ефективної маркетингової політики.
- Регуляторні норми – державна політика, зміни в законодавстві та податкових умовах визначають адаптаційні механізми для підприємств.
- Соціальні фактори – споживчі тренди, суспільні настрої та екологічні ініціативи формують вимоги до корпоративної соціальної відповідальності.

Реакція підприємства на зовнішні чинники залежить від ефективності стратегічного планування. Оперативний моніторинг ринкових змін та швидке ухвалення рішень дозволяє мінімізувати ризики та використовувати можливості для зростання.

Розуміння механізмів змін передбачає аналіз не лише зовнішніх, але й внутрішніх факторів, що впливають на здатність компанії до адаптації. У таблиці 3 представлені ключові внутрішні чинники, які визначають ефективність впровадження змін.

Таблиця 3

Внутрішні фактори, що впливають на управління змінами
(розроблено авторами на основі [4])

Фактор	Опис	Вплив на підприємство
Кваліфікація персоналу	Професійна підготовка та рівень компетентності працівників	Визначає швидкість адаптації до нових умов та технологій
Корпоративна культура	Внутрішні цінності, рівень комунікації та командна робота	Впливає на мотивацію персоналу та прийняття змін
Фінансовий потенціал	Доступність інвестицій та фінансових ресурсів	Визначає можливість впровадження інноваційних стратегій
Організаційна структура	Гнучкість або ієрархічність управління	Впливає на швидкість ухвалення рішень та реакцію на ринкові зміни
Лідерство та управління	Роль керівництва у формуванні стратегії змін	Визначає ефективність реалізації інноваційних проєктів

Одним із найбільших викликів при впровадженні змін є опір персоналу. Він виникає через невизначеність, страх втрати стабільності, зміну звичних бізнес-процесів. Для успішної реалізації змін необхідно:

1. Створювати зрозумілі комунікаційні стратегії – пояснювати персоналу, чому зміни необхідні та які вигоди вони принесуть.
2. Навчати працівників та підвищувати їхню кваліфікацію, щоб вони були готові до нових умов роботи.
3. Мотивувати персонал через систему винагород і заохочень за активну участь у процесі трансформації.
4. Демонструвати підтримку з боку керівництва, створюючи лідерський приклад для адаптації.

Опір змінам можна подолати лише за умови прозорого управління процесами, участі всіх рівнів організації у впровадженні нововведень та адаптивного підходу до реалізації стратегій розвитку.

Сучасні підприємства змушені постійно змінюватися, адаптуватися до ринку та впроваджувати інноваційні рішення, щоб залишатися конкурентоспроможними. Взаємодія зовнішніх викликів та внутрішніх ресурсів визначає темпи і рівень трансформації бізнесу.

Ефективне управління змінами передбачає:

- Глибокий аналіз ринкового середовища та стратегічне прогнозування змін.
- Гнучкість у прийнятті управлінських рішень та здатність до швидкої адаптації.
- Роботу з персоналом, що включає мотивацію, навчання та подолання опору змінам.

Успішна трансформація підприємства – це не лише виклик, а й можливість створення нових конкурентних переваг та забезпечення довгострокового розвитку в умовах сучасного ринку.

Процес трансформації бізнесу нерідко супроводжується опором персоналу, що є природною реакцією на невизначеність. Незалежно від того, чи йдеться про впровадження нових технологій, зміну корпоративної стратегії або реструктуризацію, працівники можуть відчувати дискомфорт та небажання адаптуватися до нових умов. Основна проблема полягає в тому, що менеджери часто зосереджуються лише на наслідках опору, не аналізуючи його першопричини [8].

Джеймс О'Тул у своїх дослідженнях наголошує, що однією з головних причин протидії змінам є небажання керівників змінювати власні підходи до управління [6]. Навіть позитивні нововведення можуть викликати супротив, якщо вони нав'язуються без урахування інтересів співробітників. У такому випадку персонал сприймає зміни не як можливість для розвитку, а як загрозу стабільності та звичних умов роботи.

Опір змінам має складну природу і може бути зумовлений раціональними, емоційними та особистими факторами.

Раціональний опір пов'язаний із сумнівами щодо доцільності нововведень. Працівники можуть не вірити в ефективність змін або вважати їх непотрібними. Відсутність чіткої аргументації щодо переваг нового підходу або недооцінка комунікаційної складової лише підсилює такі сумніви.

Емоційний опір базується на почутті тривоги, що виникає через втрату контролю над ситуацією. Коли людина не впевнена у своїх можливостях

адаптуватися до нових умов, виникає природний страх перед невідомістю. Дослідження К. Арджиріса та Р. Кантер свідчать про те, що саме емоційні чинники найчастіше стають бар'єром у процесі трансформацій [9].

Особистісний опір виникає тоді, коли зміни безпосередньо зачіпають матеріальне або соціальне становище працівника. Наприклад, реорганізація може призвести до скорочення посад, зміни функціональних обов'язків або втрати певних привілеїв. Співробітники можуть сприймати такі зміни як загрозу власному професійному майбутньому, що викликає негативну реакцію на будь-які ініціативи керівництва.

Опір змін може бути явним або прихованим. Явний опір проявляється у відкритому протесті, конфліктах або відмові виконувати нові завдання. Така форма легко діагностується, і її можна усунути за допомогою переговорів, мотиваційних механізмів або додаткових роз'яснень.

Прихований опір набагато небезпечніший, оскільки проявляється у вигляді саботажу, зниження продуктивності або навіть навмисного ігнорування нових вимог. Співробітники можуть формально підтримувати зміни, проте на практиці створювати додаткові перешкоди для їх реалізації. На думку А.П. Сгоршина, ключовою причиною прихованого опору є порушення усталеного порядку речей, що сприймається працівниками як загроза стабільності.

Г. Широкова виділяє два основних типи бар'єрів, що посилюють опір змінам: особистісні та організаційні.

Особистісні бар'єри включають страх невдачі, небажання брати на себе відповідальність за нові завдання та недовіру до керівництва. У таких випадках працівники можуть сприймати зміни як додаткове навантаження або виклик, до якого вони не готові.

Організаційні бар'єри пов'язані з відсутністю належних комунікацій, низьким рівнем довіри до керівництва або відсутністю необхідних ресурсів для впровадження змін. Наприклад, якщо компанія ініціює масштабну цифрову трансформацію, але не надає працівникам необхідного навчання, рівень опору буде значно вищим.

Для того щоб мінімізувати опір змінам, організаціям слід впроваджувати комплексні стратегії, які включають відкриту комунікацію, залучення персоналу до процесу прийняття рішень, навчання та стимулювання.

Одним із ключових методів подолання опору є забезпечення прозорості комунікації. Співробітники повинні чітко розуміти, чому відбуваються зміни, які вигоди вони принесуть і як це вплине на їхню роботу. Відсутність інформації або неякісна комунікація лише підсилюють невизначеність і сприяють формуванню чуток та негативних очікувань.

Залучення персоналу до процесу прийняття рішень також є ефективним способом зменшення опору. Якщо співробітники відчують, що їхня думка враховується, вони сприйматимуть зміни не як зовнішнє нав'язування, а як спільний процес. Наприклад, створення робочих груп, які займаються розробкою стратегії впровадження змін, дозволяє значно підвищити рівень залученості та довіри до ініціатив керівництва.

Навчання та розвиток персоналу допомагають подолати страх перед нововведеннями. Якщо компанія пропонує програми підвищення кваліфікації або адаптаційні курси, це значно зменшує невизначеність і допомагає співробітникам відчувати себе впевненіше в нових умовах.

Матеріальна та нематеріальна мотивація також відіграє важливу роль. Впровадження бонусних програм, можливості кар'єрного росту або навіть просте публічне визнання досягнень співробітників сприяє створенню позитивного ставлення до змін.

Ключовою умовою успішного подолання опору є активна участь керівництва у процесі трансформації. Якщо лідери компанії демонструють відкритість до змін, підтримують співробітників та особисто беруть участь у впровадженні нововведень, рівень довіри до змін значно зростає.

Опір змінам є складним та багатограним явищем, яке має як раціональні, так і емоційні причини. Він може проявлятися як відкрито, так і приховано, створюючи бар'єри на шляху реалізації стратегічних ініціатив.

Для успішного подолання опору необхідно не лише правильно комунікувати зміни, а й залучати персонал до їхнього впровадження, забезпечувати навчання та підтримку, а також створювати мотиваційні стимули.

Зміни будуть сприйматися легше, якщо співробітники не просто підлаштовуватимуться під нові умови, а відчуватимуть власну значущість у процесі трансформації. Таким чином, організації, які враховують людський фактор і використовують комплексний підхід до управління змінами, отримують значно вищі шанси на успішне впровадження нових стратегій та стабільний розвиток у конкурентному середовищі.

Процес змін у будь-якій організації може стикатися з серйозним опором з боку персоналу. Це явище зумовлене різними факторами, які можуть мати раціональну, емоційну або організаційну природу. Раціональні причини включають недостатню інформацію про необхідність змін або сумніви щодо їхньої ефективності. Емоційні фактори пов'язані зі страхом перед невідомістю, втратою контролю або небажанням адаптуватися до нових умов. Особистісні аспекти опору можуть бути спричинені загрозою кар'єрного зростання, можливою втратою роботи або зміною ролі в організації.

Організаційні бар'єри також можуть значно посилювати опір. Відсутність прозорості комунікації, низький рівень довіри до керівництва та невідповідність корпоративної культури до нових викликів стають основними перешкодами на шляху впровадження трансформацій [10].

На рис. 1 представлено основні фактори, що викликають супротив змінам, а також взаємозв'язок між ними. Він демонструє, як різні види опору можуть впливати на загальний рівень адаптації компанії до трансформаційних процесів.

Він демонструє взаємопов'язаність основних факторів, що викликають супротив змінам. Він починається з внутрішніх факторів, що поділяються на раціональні та емоційні причини. Раціональні фактори пов'язані з недостатньою інформацією, сумнівами в ефективності змін та небажанням переглядати звичні методи роботи. Емоційні причини включають тривожність, страх втрати контролю та невпевненість у власних можливостях.

Наступний рівень відображає наслідки таких причин Kyiv: KNUCA зниження продуктивності, ігнорування нових вимог та загальне зростання негативного ставлення до керівництва. Це призводить до формування організаційних бар'єрів, таких як відсутність комунікації та невідповідність корпоративної культури до трансформаційних змін.

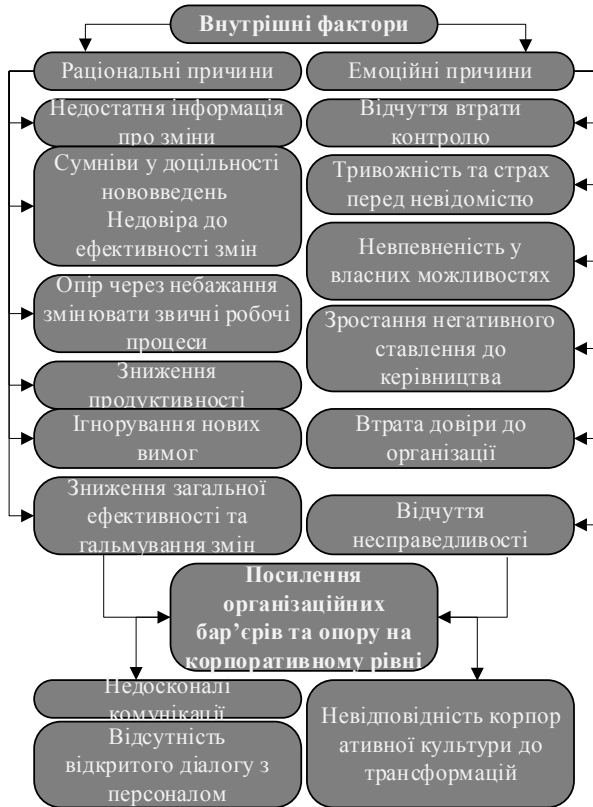


Рис. 1. Основні фактори, що спричиняють супротив змінам
(розроблено авторами на основі [10])

Таким чином, розуміння цих факторів дозволяє організаціям прогнозувати та мінімізувати ризики, що виникають під час впровадження змін, а також розробляти стратегії для підвищення готовності персоналу до адаптації.

Одним із ключових аспектів, що визначають успішність трансформацій у компаніях, є взаємодія індивідуальних та соціальних чинників. Працівники часто опираються змінам через страх перед невизначеністю, втрату стабільності чи відсутність довіри до керівництва. Однак цей опір рідко формується виключно на особистісному рівні. Крім того, KNUCA значний вплив відіграють групові норми, корпоративна культура та суспільні стереотипи. Саме переплетення цих факторів створює складну систему, яка визначає загальну поведінку персоналу під час трансформаційних процесів.

Глибоке розуміння цих взаємозв'язків дає змогу ефективніше керувати процесами змін. Врахування як індивідуальних бар'єрів, так і соціальних механізмів дозволяє адаптувати управлінські підходи до конкретного робочого

середовища, зменшуючи рівень опору та підвищуючи ефективність впроваджених стратегій.

Для успішного управління змінами важливо розуміти різновиди трансформацій, які відбуваються в компаніях. Це дозволяє чітко визначити підходи до впровадження змін та обрати оптимальні механізми адаптації персоналу.

Науковець Р. Дафт виділяє чотири ключові типи організаційних змін, які найчастіше зустрічаються у корпоративному середовищі, зокрема в будівельній галузі [7].

Цей тип змін спрямований на оновлення, адаптацію або розробку нових товарів та сервісів, що дозволяє компаніям залишатися конкурентоспроможними на ринку. У будівельній сфері це може включати розширення асортименту будівельних матеріалів, розробку нових архітектурних рішень або впровадження екологічних стандартів у проектуванні.

Впровадження новітніх технологій є важливою умовою підвищення продуктивності праці та професійного розвитку персоналу. Це включає автоматизацію процесів, впровадження BIM-технологій у будівництві, використання нових програмних рішень для управління проектами та оптимізацію бізнес-процесів через цифрові інструменти [11].

Такі зміни зачіпають фінансове, адміністративне та організаційне управління компанією. Вони можуть включати оптимізацію ресурсів, зміну структури підрозділів, децентралізацію або централізацію управлінських процесів. У будівельній галузі це може означати перехід до кластерної моделі управління, перегляд підходів до фінансування проектів чи створення нових партнерських відносин з інвесторами.

Ця категорія трансформацій стосується цінностей, норм поведінки та взаємодії всередині колективу. Якщо компанія впроваджує нову корпоративну культуру, вона може змінювати стиль керівництва, методи комунікації або систему мотивації працівників. Наприклад, у будівельних компаніях може відбуватися поступовий перехід до більш гнучких форм зайнятості, інтеграція принципів ESG (екологія, соціальна відповідальність, управління) або розвиток корпоративного наставництва для нових співробітників.

Успішне впровадження змін в організаціях неможливе без врахування комплексу чинників, які впливають на сприйняття трансформацій. Особистісні та соціальні аспекти відіграють ключову роль у формуванні опору, тому їх необхідно враховувати ще на етапі планування реформ.

Чітка класифікація змін дозволяє структурувати процес трансформацій та обрати найбільш ефективні методи їх реалізації. У сучасному бізнесі, особливо в динамічних галузях, таких як будівництво, поєднання технологічних інновацій, стратегічного реформування та культурної трансформації дає змогу компаніям не лише адаптуватися до нових умов, а й створювати конкурентні переваги для подальшого зростання [12].

Успішне впровадження змін в організації залежить від взаємодії особистісних характеристик працівників із зовнішніми факторами, що впливають на їхню поведінку. Індивідуальні особливості, такі як рівень адаптивності, мотивація та професійна компетентність, можуть як пом'якшувати опір змінам, так і сприяти його посиленню. Водночас зовнішні впливи – корпоративна культура, стиль керівництва, економічні умови та суспільні очікування – формують середовище, в якому відбуваються організаційні трансформації.

На рис. 2 представлено схему кореляції між цими двома рівнями впливу, що допомагає зрозуміти, як поєднання особистісних та соціальних факторів визначає загальну реакцію працівників на зміни.



Рис. 2. Кореляція індивідуальних характеристик із зовнішніми впливами
(розроблено авторами на основі [12])

Процес трансформації в компаніях відбувається під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Зовнішні чинники виникають через зміни на ринку, вплив глобалізації, економічні виклики та технологічні інновації. Внутрішні зміни зосереджені на вдосконаленні бізнес-процесів, кадровій політиці, зміні стратегічних пріоритетів та оптимізації управлінських методів.

Зміни можна класифікувати за їхньою тривалістю та рівнем впливу. Стратегічні трансформації спрямовані на довгостроковий розвиток компанії, визначаючи її місце на ринку та конкурентні переваги. Тактичні зміни охоплюють середньострокові ініціативи, необхідні для адаптації до нових умов. Оперативні зміни реалізуються швидко, забезпечуючи негайне реагування на конкретні ситуації. Така класифікація допомагає розробити ефективну модель управління та створити стійкі конкурентні переваги.

Зміни можуть відбуватися як у межах компанії, так і під впливом зовнішнього середовища. Інтеграція стратегічних цілей передбачає перегляд місії компанії, оновлення бізнес-моделі та визначення ключових напрямів розвитку. Успішне управління цими процесами формує основу для довгострокового зростання та стабільності. Інтеграційні зміни стосуються реструктуризації, включаючи злиття, поглинання, приватизацію або зміну правової форми організації. Такі процеси допомагають оптимізувати ресурси та підвищити ефективність діяльності компанії.

Трансформація корпоративних структур зачіпає перерозподіл повноважень, зміну внутрішньої ієрархії, впровадження нових моделей управління. Компанії можуть переходити до більш гнучких структур, розвивати проєктний підхід та

впроваджувати цифрові рішення для підвищення ефективності процесів. Людський фактор відіграє важливу роль у реалізації змін, оскільки навчання персоналу, оновлення системи мотивації та ефективне управління талантом є ключовими умовами успішного переходу до нових моделей роботи [13].

Впровадження технологічних інновацій сприяє оптимізації операційних процесів, автоматизації виробництва та цифровізації управлінських функцій. Використання передових технологій допомагає компаніям підвищувати продуктивність, зменшувати витрати та покращувати якість продукції або послуг.

Розуміння особливостей різних типів змін дає змогу ефективніше управляти трансформаціями та мінімізувати ризики, пов'язані з їх реалізацією. Успішне впровадження змін потребує комплексного підходу, що включає стратегічне планування, врахування людського фактора, використання сучасних технологій та забезпечення адаптивності організаційної структури. Компанії, які здатні гнучко реагувати на зміни та ефективно управляти змінами, отримують конкурентні переваги та зміцнюють свої позиції на ринку.

Висновки.

Оптимізація критеріїв життєвого циклу проекту будівельного девелопменту на основі інтегрованого підходу є ключовим напрямом удосконалення сучасних девелоперських стратегій. Врахування взаємопов'язаних економічних, управлінських, екологічних та технологічних факторів дозволяє досягти високого рівня ефективності будівельних проектів на всіх етапах їх реалізації. Інтегрований підхід забезпечує збалансований розподіл ресурсів, мінімізацію ризиків, підвищення інвестиційної привабливості та створення довгострокової вартості для всіх зацікавлених сторін.

Основним завданням оптимізації критеріїв життєвого циклу є забезпечення комплексного управління проектом – від ініціації до експлуатації. Важливою складовою є цифровізація девелоперської діяльності, що передбачає застосування інструментів штучного інтелекту, великих даних (Big Data), технологій BIM (Building Information Modeling) та IoT (Internet of Things). Використання цих технологій сприяє підвищенню точності прогнозування, покращенню координації між учасниками процесу та підвищенню прозорості ухвалення управлінських рішень.

Рационалізація критеріїв оцінки ефективності девелоперського проекту передбачає інтеграцію фінансових, техніко-економічних, соціальних та екологічних показників. Це дозволяє розробляти більш гнучкі управлінські моделі, що відповідають сучасним ринковим вимогам та знижують рівень невизначеності у плануванні будівельних ініціатив. Одним із ключових аспектів є стратегічне управління ризиками, що базується на розширеному аналізі ризик-факторів, впровадженні адаптивних бізнес-моделей та розробці механізмів запобігання кризовим ситуаціям.

Особливе значення у процесі оптимізації відіграє екологічна сталість будівельних проектів. Впровадження енергоефективних рішень, використання екологічно чистих матеріалів та інтеграція відновлюваних джерел енергії сприяють створенню екологічно безпечного та економічно вигідного життєвого середовища. Таким чином, застосування інтегрованого підходу до оптимізації критеріїв життєвого циклу будівельного девелопменту є стратегічно важливим завданням, яке дозволяє розвивати галузь у відповідності до сучасних викликів. Використання цифрових технологій, впровадження адаптивних стратегій

управління та орієнтація на екологічну сталість сприяють ефективному використанню ресурсів, зниженню ризиків та підвищенню конкурентоспроможності девелоперських проєктів.

Список літератури:

1. Honcharenko T., Chupryna Yu., Ivakhnenko I., Zinchenko M., Tsyfra T. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. Volume 8. No. 8, August 2020 pp. 4166-4172. URL: <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf> <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/22882020>
2. ISO 15686-1:2011. Buildings and constructed assets – Service life planning. Part 1: General principles and framework. International Organization for Standardization, 2011. URL: <https://www.iso.org/standard/45798.html>
3. ISO 15686-5:2017. Buildings and constructed assets – Service life planning. Part 5: Life-cycle costing. International Organization for Standardization, 2017. URL: <https://www.iso.org/standard/61148.html>
4. Khasreen, M. M., Banfill, P. F., & Menzies, G. F. Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review. *Sustainability*, 1(3), 2009, 674-701. <https://doi.org/10.3390/su1030674>
5. Kohler, N., & Moffatt, S. Life-cycle analysis of the built environment. *Industry and Environment*, 2003. 26(2):17-21.
6. O'Toole, J. Leading Change: The Argument for Values-Based Leadership. New York: Ballantine Books, 1996. 304 p.
7. Аксельрод Р.Б. Науково-методологічні засади управління процесами трансформації будівельних підприємств: дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.04. Київ, 2022. 437 с.
8. Бугрова О.О. Сучасні підходи до управління життєвим циклом будівельних проєктів. *Наукові записки НАУКМА. Економічні науки*, 2020. Т. 5. С. 75-82.
9. Дружинін М.А. Формування загальнометодичних вимог щодо запровадження та побудови інструментарію організаційно-технологічного супроводу проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*, 2024. №7. С. 221-232. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.221-232>
10. Климчук М.М., Івахненко І.С., Порфїр'єв Ю.Л. Інтегративно-конвергенціальна методологія реалізації енергоощадного девелопменту в Україні. *Економіка та держава*, 2019. №11. С. 45-50.
11. Лисяк Н.М. Теоретико-методологічні засади інтегрованого розвитку урбанізованих систем: автореф. дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.05. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2021. 43 с. URL: http://ird.gov.ua/irdd/ar20210930_a805_LysyakNM.pdf
12. Ткач Т.В. Удосконалення методів оцінки ефективності інвестиційних проєктів у будівництві. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 2018. №6. С. 50-56.
13. Чуприна Х.М., Чуприна Ю.А., Бородавка М.В., Грабчак Д.В. Структурно-когнітивне моделювання на основі інтелектуалізації процесів адміністрування будівельними підприємствами. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2020. Вип. 5 (228). С. 89-98.

References:

1. Honcharenko, T., Chupryna, Yu., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., Tsyfra, T. (2020). Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. Volume 8. No. 8, pp. 4166-4172. URL: <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf> <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/22882020>
2. ISO 15686-1:2011. Buildings and constructed assets – Service life planning. Part 1: General principles and framework. International Organization for Standardization, 2011. URL: <https://www.iso.org/standard/45798.html>
3. ISO 15686-5:2017. Buildings and constructed assets – Service life planning. Part 5: Life-cycle costing. International Organization for Standardization, 2017. URL: <https://www.iso.org/standard/61148.html>
4. Khasreen, M.M., Banfill, P.F., & Menzies, G.F. (2009). Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review. *Sustainability*, 1(3), 674-701. <https://doi.org/10.3390/su1030674>
5. Kohler, N., & Moffatt, S. (2003). Life-cycle analysis of the built environment. *Industry and Environment*, 26(2):17-21.
6. O'Toole, J. (1996). *Leading Change: The Argument for Values-Based Leadership*. New York: Ballantine Books. 304 p.
7. Axelrod, R.B. (2022). Scientific and methodological principles of management of transformation processes of construction enterprises: dissertation ... Dr. of Economics: 08.00.04. Kyiv. 437 p.
8. Bugrova, O.O. (2020). Modern approaches to life cycle management of construction projects. *Scientific notes of NaUKMA. Economic sciences*, 2020. Vol. 5. P. 75-82.
9. Druzhinin, M.A. (2024). Formation of general methodological requirements for the introduction and construction of tools for organizational and technological support of construction projects. *Spatial development*, No. 7. P. 221-232. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.221-232>
10. Klymchuk, M.M., Ivakhnenko, I.S., Porfiryev, Y.L. (2019). Integrative-convergent methodology for implementing energy-saving development in Ukraine. *Economy and State*. No. 11. P. 45-50.
11. Lysyak, N.M. (2021). Theoretical and methodological principles of integrated development of urbanized systems: author's abstract of dissertation ... Dr. of Economics: 08.00.05. Lviv: National University "Lviv Polytechnic". 43 p. URL: http://ird.gov.ua/irdd/ar20210930_a805_LysyakNM.pdf
12. Tkach, T.V. (2018). Improving methods for assessing the effectiveness of investment projects in construction. *Bulletin of the Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture*. No. 6. P. 50-56.
13. Chupryna, Kh.M., Chupryna, Yu.A., Borodavka, M.V., Grabchak, D.V. (2020). Structural and cognitive modeling based on intellectualization of administrative processes by construction enterprises. *Formation of market relations in Ukraine*. Issue 5 (228). P. 89-98.

Mykhailo MALYKHIN, Oleksandr DUBENSKYI, Yaroslav KUZMICH, Kyrilo KRYVDA

Theoretical and methodological basis of an integrated approach to optimization of criteria of the life cycle of a construction development project

The article is devoted to the study of the theoretical and methodological foundations of an integrated approach to optimization of criteria of the life cycle of a construction development project. In modern conditions of development of the construction market, characterized by high dynamics of changes, growing environmental requirements and the need to increase the efficiency of resource use, the problem of optimization of criteria of the life cycle of development projects is becoming particularly relevant. Traditional methods of management of the life cycle of construction projects often do not take into account the entire spectrum of factors influencing their successful implementation, and also do not provide sufficient flexibility in responding to changes in the external environment.

An integrated approach to optimizing life cycle criteria involves comprehensive consideration of economic, environmental, technological and social aspects of project activities. Particular attention is paid to the analysis of modern concepts of development project management, in particular the Life Cycle Costing (LCC), Value Engineering (VE) and Building Information Modeling (BIM) methodologies, which provide comprehensive resource management and effective decision-making at all stages of the life cycle. It is determined that the main criteria for optimizing the life cycle of a construction project are minimizing costs throughout the cycle, increasing environmental sustainability, ensuring the innovation of design solutions and compliance with the developer's strategic goals. The use of an integrated life cycle assessment model based on a combination of multi-criteria analysis and risk management methods is proposed. Special emphasis is placed on the importance of digitalization of life cycle management processes of development projects. The use of BIM technologies, intelligent data analysis (Big Data), artificial intelligence (AI) and blockchain solutions allows you to automate the processes of planning, implementation and control of projects, which helps to increase their efficiency and reduce risks.

The issue of adaptive life cycle management in the context of modern challenges, such as urbanization, climate change and instability of the economic environment, is also considered. An algorithm for integrating modern management tools into the process of planning and implementing construction projects is proposed, which allows you to increase their flexibility and resistance to external changes. The results of the study can be used to improve the management of construction development projects, develop methodological approaches to assessing their effectiveness, as well as to create new models for optimizing the life cycle of projects taking into account modern market requirements and innovative technologies.

Keywords: *project life cycle, construction development, integrated approach, optimization, risk management, BIM, Life Cycle Costing, Value Engineering, digital transformation.*