

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КОВТУН Тетяна Антонівна**



УДК 005.8:164:574

**МЕТОДОЛОГІЯ КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ  
ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ**

05.13.22 – Управління проектами та програмами

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

**ОДЕСА – 2021**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському національному морському університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий**

**консультант:**

доктор технічних наук, професор  
**РУДЕНКО Сергій Васильович**,  
ректор Одеського національного морського  
університету МОН України, м. Одеса;

**Офіційні**

**опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**БУШУЄВА Наталія Сергіївна**,  
професор кафедри управління проектами Київського  
національного університету будівництва та архітектури  
МОН України, м. Київ;

доктор технічних наук, професор  
**ЧЕРНОВ Сергій Костянтинович**,  
завідувач кафедри управління проектами Національного  
університету кораблебудування імені адмірала Макарова  
МОН України, м. Миколаїв;

доктор технічних наук, професор  
**КОЛЕСНИКОВА Катерина Вікторівна**,  
професор кафедри технологій управління Київського  
національного університету імені Тараса Шевченка  
МОН України, м. Київ.

Захист дисертації відбудеться 7 травня 2021 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01 в Одеському національному морському університеті за адресою: 65029, Україна, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці ім. проф. Г.К. Сулова Одеського національного морського університету за адресою: 65029, Україна, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

Автореферат розісланий 6 квітня 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01,  
кандидат технічних наук, доцент



Олексій ДРОЖЖИН

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження.** На сучасному етапі еволюції людства досягнення сталого розвитку стало важливим завданням глобального порядку денного. Створений за останні століття техногенний тип економіки призвів до екологічної кризи, оскільки виявився нездатним забезпечити збалансований цивілізаційний розвиток без шкоди для довкілля. Великі темпи зростання обсягів матеріального виробництва обумовили різке збільшення антропогенного навантаження на природне середовище, що поставило під загрозу подальше існування людини як біологічного виду. Виходом з ситуації, що склалася, є впровадження Концепції сталого розвитку, яка стала природньою реакцією світової спільноти на існуючі загрози й була визнана стратегією розвитку людства, орієнтованою на досягнення балансу економічних, екологічних та соціальних факторів у всіх сферах життя людини.

Концепцію сталого розвитку знедавна впроваджує і Україна. Принципи та цілі її визначені в «Державній стратегії регіонального розвитку на період до 2027 року» як «...забезпечення невиснажливого, ощадного та ефективного використанні енергетичних, матеріальних, природних та інших ресурсів для задоволення потреб нинішнього покоління з урахуванням інтересів майбутніх поколінь...».

Гармонійного узгодження компонентів сталого розвитку в довгостроковій перспективі можливо досягти завдяки екологізації всіх сфер життя людини, зокрема реалізації принципів циркулярної економіки. В 2015 році Європейська комісія звернулася до Європарламенту та Ради Європи з доповіддю «Замикання циклу – План дій ЄС щодо циркулярної економіки («Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy»), де обґрунтувала концепцію циркулярної економіки, інструментом впровадження якої є еколого-орієнтована логістика.

Міждисциплінарна за своїм змістом екологістика є результатом конвергенції наукових підходів і методологічних баз управлінських та природничо-наукових напрямків. Підвищення успішності впровадження принципів екологізації в економічну діяльність потребує створення методологічних засад конвергентного управління проектами екологістичних систем.

Питання методології управління проектами представлені в роботах відомих вчених: І.А. Бабаєва, А.О. Білощицького, В.М. Буркова, С.Д. Бушуєва, Н.С. Бушуєвої, В.О. Вайсмана, Т.А. Воркут, В.Д. Гогунського, О.Б. Данченко, Є.А. Дружиніна, О.Б. Зачка, К.В. Колеснікової, І.В. Кононенка, К.В. Кошкіна, І.О. Лапкіної, О.М. Медведєвої, В.А. Рача, С.В. Руденка, А.І. Рибак, Х. Танаки, Л.В. Хрутьби, С.К. Чернова, І.В. Чумаченко, А.В. Шахова тощо. Останнім часом стали з'являтися дослідження питань конвергенції в управління проектами, що виражається у конвергенції систем управління в роботах М.С. Дорош, конвергентному збалансованому управлінні портфелями проектів в дослідженнях І.А. Ачкасова, конвергентному управлінні знаннями в проектах у роботах О.М. Шаровари.

При цьому проведений аналіз джерел показав відсутність досліджень, в яких би застосовувався комплексний підхід до вирішення проблеми управління проектами екологістичних систем. Актуальність теми дисертаційного дослідження обумовлена

необхідністю створення методології управління проектами екологістичних систем, специфічні особливості яких потребують застосування конвергентного підходу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження відповідає проголошеним резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року № 70/1 глобальним цілям сталого розвитку до 2030 року та результатам їх адаптації з урахуванням специфіки розвитку України, викладеним у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна», проведено відповідно до наукових досліджень ОНМУ за планом НДР за темами: «Теоретичні основи управління проектами розвитку підприємств морського транспорту з урахуванням ситуацій ризику» (державний реєстраційний номер 0109U0000813), «Проектно-орієнтоване управління підприємствами морського транспорту» (державний реєстраційний номер 0112U004304), «Ресурсне забезпечення проектів на морському транспорті» (державний реєстраційний номер 0115U001589), «Управління проектами створення та функціонування логістичних систем» (державний реєстраційний номер 0119U002262).

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності проектів екологістичних систем завдяки застосуванню моделей, методів та механізмів, що формують методологію конвергентного управління проектами.

Досягнення поставленої мети пов'язано з вирішенням наступних **задач**:

- виконати аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку наукових досліджень питання конвергенції в проектах та сформуванню методологічний базис конвергентного управління проектами екологістичних систем;
- визначити трансформаційні зміни в управлінні екологістичними системами та їх проектами, спричинені зміною світоглядної парадигми людства та направлені на досягнення екологічних цілей сталого розвитку;
- розробити моделі та методи, організаційні структури конвергентного управління проектами екологістичних систем;
- визначити особливості формування часових та грошових характеристик проектів екологістичних систем та провести оцінку ефективності проекту з їх урахуванням;
- розробити моделі збалансованого управління ресурсами стаціонарного стану та траєкторії розвитку проектів екологістичних систем;
- виконати експериментальні дослідження та розрахунки щодо адекватності запропонованих моделей, методів та механізмів конвергентного управління проектами екологістичних систем.

**Об'єктом дослідження** є процеси конвергентного управління проектами екологістичних систем.

**Предметом дослідження** є методології, моделі, методи та механізми конвергентного управління проектами екологістичних систем.

**Гіпотеза дослідження** полягає в доцільності розробки та застосування методології конвергентного управління проектами екологістичних систем, що сприятиме досягненню екологічних цілей сталого розвитку.

**Методи дослідження.** Методологічну базу дисертаційного дослідження становлять положення методологій проектного, логістичного та екологічного управління, які використовувались на всіх етапах роботи. Дослідження проводилося з використанням наукових положень теорії систем і системного аналізу, загальної теорії управління, природничих наук: фізики, біології, екології. При дослідженні були застосовані методи штучного інтелекту (фреймового моделювання при розробці моделі управління змістом проекту та кластерного аналізу для розробки методу управління конфігурацією продуктів проекту), математичного моделювання (при створенні моделей екологістичної системи, моделі стаціонарного стану проекту, моделі траєкторії розвитку проекту), проектного аналізу (при створенні розрахункових формул дисконтованого строку окупності та еколого-економічної цінності проекту, розробці механізмів коригування часових та грошових параметрів проекту), теорії нечітких множин (в методі управління конфігурацією продуктів проекту, оцінці ефективності проекту, моделі траєкторії розвитку проекту), теорії ймовірності (моделі траєкторії розвитку проекту).

**Наукова новизна отриманих результатів.** Основним результатом дисертаційного дослідження є створення нової методології конвергентного управління проектами екологістичних систем, яка дозволяє підвищити ефективність управління проектами завдяки застосуванню моделей, методів та механізмів, що базуються на конвергенції цінностей, систем, методологій та підходів.

*Вперше запропоновано:*

- методологію конвергентного управління проектами екологістичних систем, яка сформована на основі моделей, методів та механізмів в межах концепцій циркулярної економіки;
- математичну модель екологістичної системи, яка враховує процеси циркулярної економіки та дозволяє максимізувати потоки грошових коштів, згенеровані цими процесами;
- концептуальну модель життєвого циклу проекту екологістичної системи, до складу якої входять передінвестиційна, інвестиційна, експлуатаційна та еколого-орієнтовані: регенеративна й ревіталізаційна фази;
- метод управління конфігурацією продуктів проекту екологістичної системи, що містить фреймову модель управління змістом продуктів, в якій відображено зв'язки між характеристиками продуктів фаз життєвого циклу проекту;
- математичну модель траєкторії розвитку проекту екологістичної системи з урахуванням ресурсного метаболізму станів проекту та невизначеності умов реалізації проекту, завдяки застосуванню якої досягається максимальне значення еколого-економічної цінності проекту.

*Вдосконалено:*

- концептуальну модель екологістичної системи, що базується на застосуванні процесів циркулярної економіки та процесному, потоковому й організаційному підходах та на відміну від існуючої лінійної моделі дозволяє створити замкнуті, повні логістичні ланцюги;
- механізми формування та коригування часових та грошових характеристик проекту завдяки врахуванню трансформаційних змін в життєвому циклі та

продуктах проекту екологістичної системи, що на відміну від існуючих моделей життєвого циклу, відповідають принципам циркулярної економіки;

- розрахункову формулу для визначення дисконтованого строку окупності, в якій на відміну від існуючих враховуються потоки грошових коштів еколого-орієнтованих фаз життєвого циклу проекту екологістичної системи.

*Отримали подальший розвиток:*

- методологічна база конвергентного управління проектами завдяки застосуванню представлених в дисертаційній роботі моделей, методів та механізмів конвергентного управління проектами екологістичних систем;
- термінологічна база методології управління проектами шляхом застосування таких понять, як «конвергентне управління проектами», «екологістична система», «проект екологістичної системи», «еколого-орієнтовані фази життєвого циклу проекту», «еколого-економічна цінність проекту».
- підхід до класифікації проектів, завдяки запропонованій класифікації проектів екологістичних систем, в основу якої покладено класифікаційні ознаки, що враховують сучасні трансформаційні зміни в проектах.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дисертаційного дослідження призначені для використання в практичній діяльності при управлінні проектами екологістичних систем. Представлені в роботі моделі методи, моделі, механізми, що формують нову методологію конвергентного управління проектами екологістичних систем пройшли експериментальну перевірку на базі ПП «КОНКРІТ ГРУП», ТОВ «Міжнародні транспортні рішення», ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС КТТ».

Теоретичні та практичні розробки дисертаційної роботи застосовувались:

- в навчальному процесі ОНМУ при читанні лекцій та проведенні практичних занять; при читанні лекцій студентам «Bronislaw Markiewicz State Higher School of Technology and Economics in Jaroslaw» (м. Ярослав, Польща) та студентам «University of Teramo» (м. Терамо, Італія) за програмою Міжнародної академічної мобільності Erasmus+; з дисципліни «Основи організації та управління» «Higher School of Busines» (м. Донбрава Гурнича, Польща) за програмою співпраці «Подвійні дипломи»;

- в навчальному процесі Інституту сучасного управління та бізнесу ТОВ «ІНМАР-КОМ» при підготовці спеціалістів з логістики;

- в Міжнародному науковому проекті 2.2.1.73194.264 «Створення міжуніверситетського центру з оцінки та управління екологічними та технологічними ризиками на Чорному морі» й міжнародному проекті «DIONYSUS» DTP3-576-3.1 «Інтеграція Дунайського регіону в розумні та стійкі, змішані та комбіновані транспортні ланцюги».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є завершеною науковою працею. Наукові положення, розробки та висновки дисертаційної роботи є результатом проведених автором досліджень за період з 2010 р. по 2020 р. Всі положення і результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. Особистий внесок здобувача підтверджується науковими публікаціями, в яких викладено дослідження методологічної бази конвергентного управління проектами

екологістичних систем. У працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать розробки, що характеризують новизну отриманих результатів.

**Апробація роботи.** Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, які проходили з 2012 р. по 2020 р. у містах: Одеса (2012, 2013, 2017–2019 р.), Київ (2013, 2015–2019 р.), Констанца (Румунія, 2014 р.), Миколаїв (2015, 2016, 2017, 2020 р.), Бургас (Болгарія, 2015 р.), Харків (2018–2020 р.).

**Публікації.** Основні наукові положення і результати дисертації опубліковані в 64 працях, з них 26 – у вітчизняних наукових фахових виданнях, регламентованих вимогами ДАК України та зарубіжних індексованих виданнях, 13 – у колективних монографіях, 20 публікацій у збірниках і матеріалах конференцій та у 5 працях, що додатково відображають наукові результати дисертації.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 395 найменувань та додатків. Основна частина дисертації викладена на 287 сторінках тексту, містить 65 рисунків, 49 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено інформацію про апробацію, публікацію результатів дослідження, структуру та обсяг дисертаційного дослідження.

**Перший розділ «Науковий базис конвергентного управління проектами екологістичних систем»** присвячено аналізу особливостей конвергентного управління. В ході дослідження визначено роль екологізації в досягненні цілей сталого розвитку та обґрунтовано доцільність впровадження циркулярної моделі економіки; проведено аналіз видів конвергенції в сучасному управлінні проектами, обґрунтовано основні напрямки конвергентного управління в проектах екологістичних систем, проведено аналіз літературних джерел з тематики дисертаційного дослідження.

**Означення 1. *Методологію конвергентного управління*** проектами екологістичних систем визначимо як систему підходів, концепцій, моделей, методів та інструментів в межах впровадження циркулярної економіки як пріоритетного напрямку розвитку суспільства.

**Означення 2.** Під ***конвергентним управлінням проектами*** слід розуміти такий тип управління, при якому відбувається конвергенція (від лат. *convergo* – зближаю) наукових та методологічних основ різних галузей знань для досягнення цілей проекту. Зазначено, що конвергентне управління в проектах екологістичних систем здійснюється на рівні цінностей, систем, методологій та підходів (рис.1).

**Конвергенція економічних та екологічних цінностей** обґрунтовується змінами в світогляді людства зі споживчого відношення до природи на еколого-орієнтований розвиток, який відповідає цілям Концепції сталого розвитку, що зафіксовані в

Резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Повістка денна в області сталого розвитку на період до 2030 року». Проаналізовано роль екологізації у досягненні цілей сталого розвитку, яка представлена екологічною складовою в завданнях до 12 цілей з 17 заявлених в концепції.

Доведено, що *конвергенція на рівні цінностей* призвела до конвергенції на рівні систем, що обумовило виникнення складних еколого-орієнтованих економічних систем, до яких відносяться екологістичні системи.

*Означення 3. Екологістична система (ЕЛС)* – логістична система, що складається з елементів-ланок, взаємозв'язаних в процесі управління рухом прямих та зворотних логістичних потоків, що враховує екодеструктивний вплив на довкілля. *ЕЛС* являються інструментом впровадження принципів циркулярної економіки задля досягнення цілей сталого розвитку.

Запропоновано завдяки *конвергенції методологій* проектного, логістичного та екологічного менеджменту створення сучасної методології конвергентного управління *ЕЛС*, яка поєднує в собі проектні, логістичні та екологічні принципи управління.

Розглядається *конвергенція наукових підходів* в управлінні проектами екологістичних систем як зближення загально-управлінських (системного, процесного, сценарного) та природничо-наукових (біологічного, екологічного, фізичного) підходів, що дозволяє розробити моделі та методи конвергентного управління проектами *ЕЛС*.



Рис. 1 – Конвергенція в управлінні проектами *ЕЛС*

Аналіз робіт науковців дозволив позначити перелік невирішених проблем в управлінні проектами *ЕЛС* загальнотеоретичного та прикладного характеру, що



потребують дослідження. Обґрунтована актуальність створення методологічного підґрунтя конвергентного управління проектами екологістичних систем.

В другому розділі «Сучасні трансформаційні явища в управлінні екологістичними системами та їх проектами» надано характеристику ЕЛС як інструменту та екологістичного продукту як результату конвергентного управління в сучасній моделі циркулярної економіки; проведено моделювання зворотних матеріальних потоків ЕЛС; визначено специфічні особливості проектів ЕЛС; розроблено трансформаційну модель життєвого циклу проекту ЕЛС.

Циркулярна модель економіки є альтернативою традиційному лінійному економічному механізму, оскільки для неї є властивим замкнутий характер використання ресурсів та їх відновлювання. В дисертації розроблено *концептуальну модель ЕЛС*, до складу якої входять замкнуті логістичні ланцюги. При побудові ЕЛС використано учасників та процеси, що застосовуються в моделі циркулярної економіки, яка запропонована Фондом Еллен МакАртур (*Ellen MacArthur Foundation*). Відповідно даної моделі, до основних учасників замкнутих ланцюгів відносяться: постачальник ресурсів (*resource provider, RP*), виробник деталей (*detail manufacturer, DM*), виробник продукції (*product manufacturer, PM*), постачальник послуг (*service provider, SP*), споживач/користувач (*consumer/user, CU*), центр збору (*collection center, CC*), центр ремонту (*repair center, RC*), центр розбору (*sort center, SC*), центр утилізації (*utilization center, UC*). Процеси, що мають відношення до реверсивної логістики та приймають участь в організації реверсивних потоків, наступні: *recover* (відновлення), *recycle* (рециклінг, переробка), *refurbish* (оновлення, ремонт), *remanufacture* (оновлення, модифікація), *repurpose* (переорієнтація), *repair* (ремонт, технічне обслуговування), *reuse* (повторне використання). Завдяки цим процесам, які можна назвати циркулярними, виникають логістичні петлі між учасниками логістичного ланцюга, що забезпечують рух зворотного матеріального потоку (рис. 2).

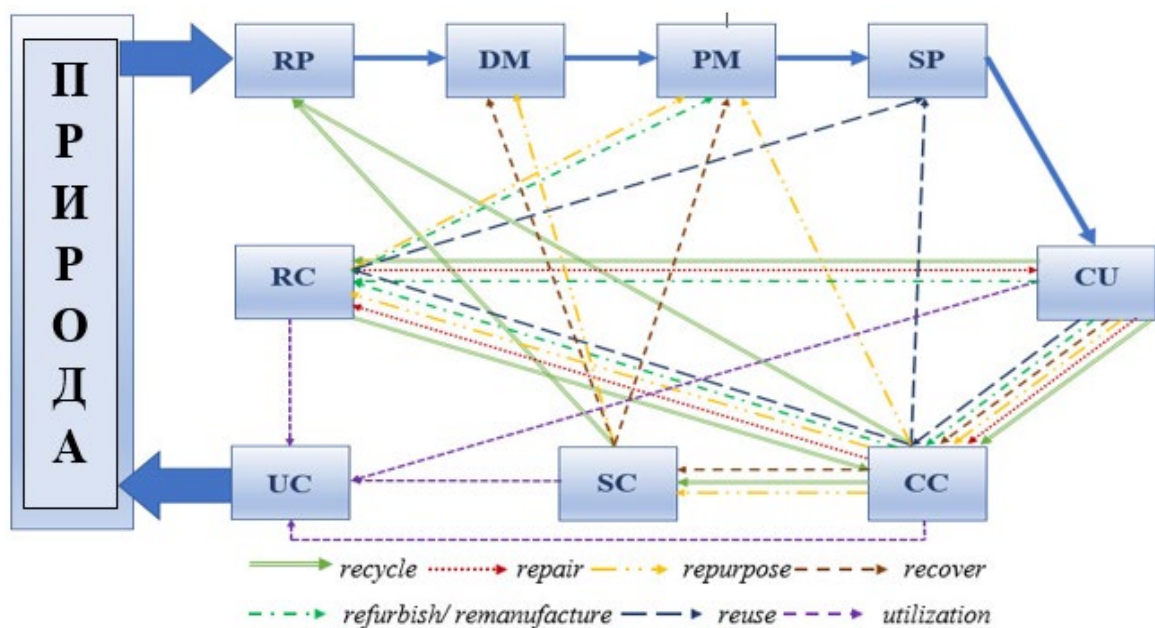


Рис. 2 – Концептуальна модель ЕЛС

Цільова функція *математичної моделі ЕЛС* – загальні потоки грошових коштів від організації зворотного (рециклінго-утилізаційного) потоку матеріальних ресурсів в логістичному ланцюгу (ЛЛ)

$$CF = \sum_{i=I_{CU}}^{I_{UC}} \left( \sum_{j=J_{RP}}^{J_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L cf_{ij}^{pl} \cdot x_{ij}^{pl} + cf_i^u \cdot x_i^u \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $x_{ij}^{pl}$  – кількість продукції (матеріальний потік), що виходить з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) та входить до ланки  $j$  ЛЛ ( $j = \overline{J_{RP}; J_{RC}}$ ) через петлю  $l$  ( $l = \overline{1; L}$ ) циркулярного процесу  $p$  ( $p = \overline{1; P}$ );

$cf_{ij}^{pl}$  – потоки грошових коштів, що утворюються при переміщенні одиниці матеріального потоку з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{UC-1}}$ ) до ланки  $j$  ЛЛ ( $j = \overline{J_{RP}; J_{RC}}$ ) через петлю  $l$  ( $l = \overline{1; L}$ ) циркулярного процесу  $p$  ( $p = \overline{1; P}$ );

$x_i^u$  – кількість продукції, що потрапляє на утилізацію з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) ЛЛ;

$cf_i^u$  – потоки грошових коштів, що утворюються при утилізації одиниці матеріального потоку в ланці  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) ЛЛ.

Обмеження:

- на повернення або утилізацію всієї продукції, що поступає в ланки зворотного ЛЛ, враховуючи що

$$\sum_{i=I_{CU}}^{I_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} = a_j, \quad (2)$$

де  $a_j$  – кількість продукції, яка поступає в ланку  $j$  ( $j = \overline{J_{CC}; J_{RC}}$ ) зворотного ЛЛ.

Прийmemo  $a_j = b_i; \forall i = j$ , тоді

$$\sum_{j=J_{RP}}^{J_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} + x_i^u = b_i, \quad (3)$$

де  $b_i$  – кількість продукції, яка виходить з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) зворотного ЛЛ.

- на неперевикнення потреб у зворотному матеріальному потоці ланок зворотного ЛЛ

$$\sum_{i=I_{CC}}^{I_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} \leq g_j, \quad (4)$$

де  $g_j$  – кількість зворотної продукції, в якій є потреба в ланці  $j$  ( $j = \overline{J_{CC}; J_{RC}}$ ) ЛЛ.

- на неперевищення потреб ланок прямого ЛЛ у зворотному матеріальному потоці

$$\sum_{i=I_{RP}}^{I_{CU}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} \leq h_j, \quad (5)$$

де  $h_j$  – кількість зворотної продукції, в якій є потреба в ланці  $j$  ( $j = \overline{J_{RP}; J_{CU}}$ ) ЛЛ.

- на максимальний обсяг утилізації продукції в ланках прямого ЛЛ

$$x_j^u \leq k_{dj} \cdot x_{ij}, \quad (6)$$

де  $k_{dj}$  – коефіцієнт утилізації в ланці  $j$  ( $j = \overline{J_{RP}; J_{CU}}$ ) матеріального потоку, що поступив з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_E; I_{SP}}$ ) прямого ЛЛ.

- на максимальний обсяг утилізації продукції ланками зворотного ЛЛ

$$\sum_{j=J_{CU}}^{J_{RC}} x_j^u \leq k_r \left( x_{I_E} - \sum_{j=J_{RP}}^{J_{SP}} x_j^u \right), \quad (7)$$

де  $k_r$  – коефіцієнт утилізації в зворотному ЛЛ.

Завдяки використанню запропонованої математичної моделі можливо вирішити завдання оптимізації зворотних рециклінгово-утилізаційних матеріальних потоків в ЕЛС, що дозволить досягти максимального значення сумарних грошових потоків від впровадження циркулярних процесів.

Створення та функціонування ЕЛС потребує конвергенції інструментарію трьох методологій проектного, логістичного та екологічного управління.

**Означення 4. Проектом ЕЛС** називається мультипроект, обмежений у часі та ресурсах, до складу цілей якого входить зменшення екодеструктивного впливу ЕЛС на довкілля.

В дисертаційному дослідженні представлено *концептуальну модель життєвого циклу проекту ЕЛС*, який має відмінності від життєвого циклу (ЖЦ) проекту логістичної системи, обґрунтовані специфічними особливостями даного типу проектів. Пропонується поділяти ЖЦ проекту ЕЛС на наступні фази: передінвестиційну (*pre-investment phase, P*), інвестиційну (*investment phase, I*), експлуатаційну (*operational phase, O*), регенеративну (*regenerative phase, R*), ревіталізаційну (*revitalization phase, V*).

Три перші фази (передінвестиційна, інвестиційна, експлуатаційна) є стандартними фазами для сучасних інвестиційних проектів, в тому числі логістичних систем. На передінвестиційній фазі здійснюється розробка проекту ЕЛС, який повинен відповідати всім вимогам стандартів з управління проектами. На інвестиційній фазі створюється ЕЛС в фізичному уявленні. Логістичний продукт

(ЛП), до складу якого належать логістичні послуги з просування прямого логістичного потоку, створюється на експлуатаційній фазі проекту.

Наявність четвертої регенеративної фази відображає специфіку *ЕЛС* та забезпечує замикання логістичних ланцюгів. Саме на протязі цієї фази протікають циркулярні процеси по поверненню продукту (його частин або матеріалів) в процеси виробництва та споживання та створюється екологістичний продукт (*ЕЛП*).

Остання, п'ята ревіталізаційна фаза пов'язана з ліквідацією екодеструктивних наслідків, яких зазнала екосистема від створення та функціонування *ЕЛС*. Вона може бути тривалою, оскільки негативний вплив на навколишнє середовище може не проявитись відразу та мати пролонговану дію, а екосистема також потребує часу на відновлення (рис. 3).

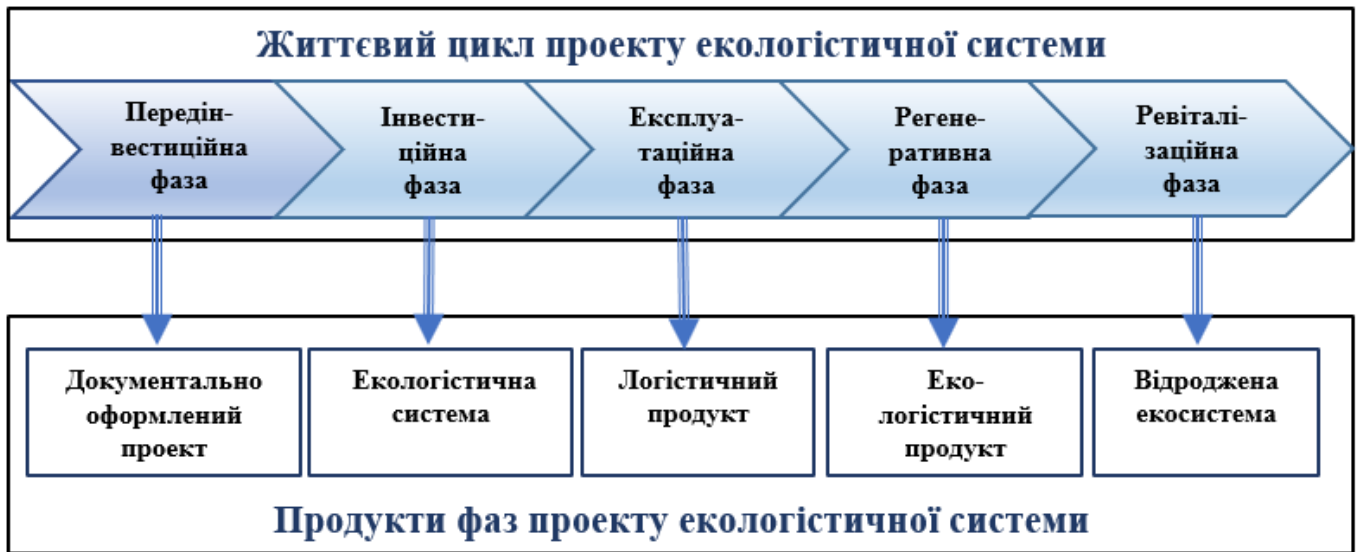


Рис.3 – Концептуальна модель ЖЦ проекту *ЕЛС*

В третьому розділі «*Організація конвергентного управління проектами екологістичних систем*» запропоновано метод управління конфігурацією продуктів проекту; досліджено питання управління змістом продуктів проектів *ЕЛС*; розроблено класифікацію проектів *ЕЛС* та організаційні структури конвергентного управління проектами *ЕЛС*.

Формування конфігурації продуктів фаз ЖЦ проекту пропонується здійснювати в такій послідовності: *специфікація параметрів продуктів, кластеризація продуктів, структурування кластерів продуктів, ідентифікація продуктів*.

*Специфікація параметрів продуктів* полягає в створенні описових моделей, в яких відображаються властивості продуктів, що надають характеристику продуктів фаз ЖЦ проекту. Для проведення ідентифікації пропонується застосовувати інструментарій теорії розпізнавання образів (фреймове моделювання).

Надати характеристику продуктів проекту *ЕЛС* можливо за допомогою фреймових моделей. Фрейм продукту фази проекту має певну структуру, складається з елементів – слотів, та описується кортежем

$$F = \langle N, I, S, R \rangle, \quad (8)$$

де  $N$  – ім'я фрейма (продукту фази проекту),

$I$  – підмножина слотів  $I = \{x_1; \dots; x_i; \dots; x_I\}$ , ( $i = \overline{1; I}$ ), які містять інформацію про загальні характеристики, що відображають зміст продукту та визначають декларативну семантику фрейма, успадковану від батьківського фрейма;

$S$  – підмножина слотів  $S = \{x_1; \dots; x_s; \dots; x_S\}$ , ( $s = \overline{1; S}$ ), які містять інформацію про специфічні характеристики, що відображають зміст продукту та визначають декларативну семантику фрейма, характерну для даного фрейма;

$R$  – підмножина слотів  $R = \{x_1; \dots; x_r; \dots; x_R\}$ , ( $r = \overline{1; R}$ ), які забезпечують зв'язки (рецесивні та домінантні) з іншими фреймами продуктів, дозволяють створити конфігурацію продуктів і визначають поведінкову складову.

На етапі специфікації визначити характеристики, які властиві продуктам фаз ЖЦ проекту, можливо за допомогою фреймів-прототипів продуктів. Формування множини параметрів  $X^f = \{x_1^f; \dots; x_j^f; \dots; x_{f_j}^f\}$ , що характеризують продукт фази  $f$ , ( $f = \overline{1; F}$ ) ЖЦ проекту, є евристичною операцією та залежить від необхідного обсягу інформації про продукт для проведення подальших досліджень.

Між продуктами фаз ЖЦ проекту ЕЛС спостерігаються взаємозв'язки, які відображають залежність характеристик рецесивних продуктів від властивостей домінуючих. З точки зору процесу цілепокладання при розробці проекту послідовність формування параметрів продуктів не має чітко вираженої лінійної направленості й здійснюється, починаючи з продуктів експлуатаційної та регенеративної фази, а закінчується продуктом передінвестиційної фази. Цей принцип покладено в створення фреймової мережі продуктів проекту ЕЛС (рис.4).

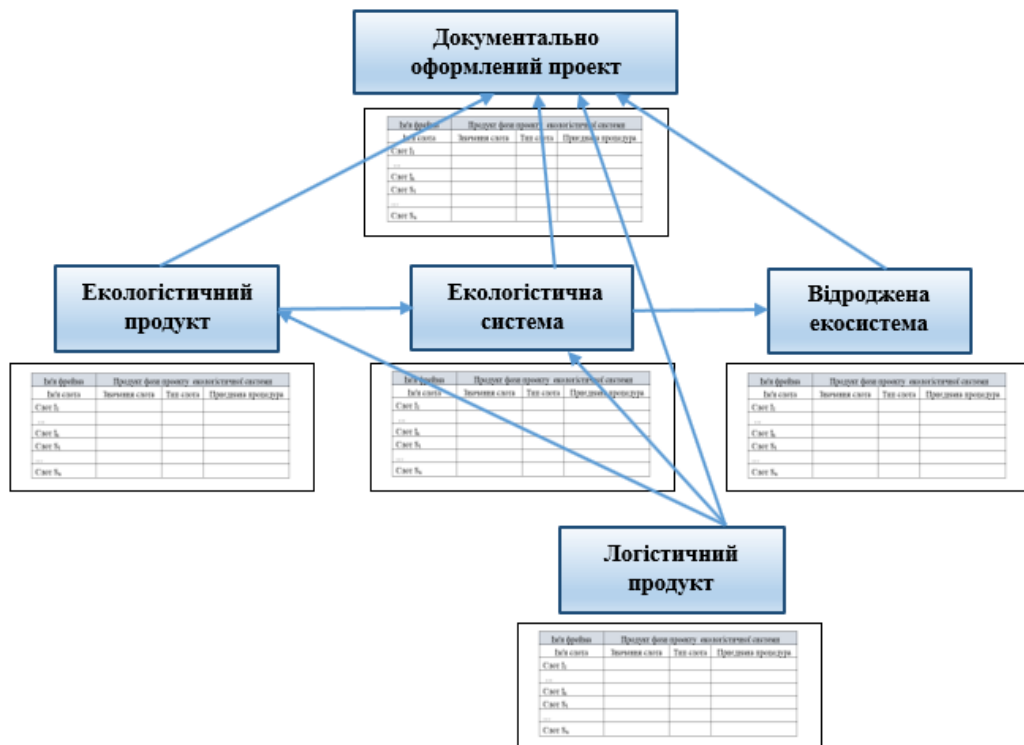


Рис. 4 – Фреймова мережа продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

*Кластеризація продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС* полягає в створенні кластерів продуктів, що мають близькі значення параметрів. Представляти кластери продуктів пропонується за допомогою фреймів-екземплярів кластерів продуктів, які створюються на базі фреймів-прототипів продуктів та містять інформацію про значення слотів-параметрів продуктів, що входять до даного кластеру.

Завдання кластеризації полягає в тому, щоб простір значень параметрів продуктів поділити на області, що відповідають певним кластерам  $C_{g_f}^f$ ,  $(f = \overline{1; F})$ ,  $(g = \overline{1; G_f})$ . В результаті кластеризації продукт проекту, що описується множиною

параметрів  $X^f = \{x_{j_1}^f; \dots; x_{j_{j_f}}^f; \dots; x_{j_{j_f}}^f\}$ ,  $(f = \overline{1; F})$ , які приймають значення  $X_j^f = \{x_{j_1}^f; \dots; x_{j_n}^f; \dots; x_{j_n}^f\}$ ,  $(j = \overline{1; J_f})$ , відноситься до певного кластеру  $C_{g_f}^f$ .

Охарактеризувати продукти проекту ЕЛС можливо за допомогою кількісних та якісних параметрів. В залежності від приналежності параметру до певної групи, обирається шкала вимірювання та спосіб визначення подібності параметру. Фрейм-екземпляр кластеру повинен містити інформацію про значення якісного параметру або про діапазон значень кількісних параметрів.

*Структуризація кластерів продуктів* є наступним етапом формування конфігурації продуктів проекту ЕЛС, що призводить до створення мережевої структури, в вузлах якої знаходяться кластери продуктів проекту, представлені відповідними фреймами-екземплярами кластерів, між якими існують зв'язки, що дозволяють створити множину альтернативних варіантів потенційних ланцюгів продуктів проекту ЕЛС (рис. 5).

Врахувати невизначеність при створенні ланцюгів продуктів фаз проекту дозволяє апарат теорії нечітких множин. Зв'язки між продуктами пропонується відображати у вигляді нечітких відношень між кластерами продуктів  $C_{g_f}^f \underset{R}{\sim} C_{g_{f+k}}^{f+k}$ ,  $(k = \overline{-K; K})$ ,  $(g = \overline{1; G_f})$ , які задаються за допомогою їх функцій приналежності  $\mu_R(C_{g_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k})$ , що характеризують ступінь відповідності між кластерами продуктів різних фаз ЖЦ проекту.

Формуються множини варіантів пар кластерів продуктів фаз проекту  $C^{f;f+k} = \left\{ \left( C_{g_f}^f; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_1; \dots; \left( C_{g_f}^f; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_{S_{f;f+k}}; \dots; \left( C_{g_f}^f; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_{S_{f;f+k}} \right\}$ ,  $(f = \overline{1; F})$ ,  $(g = \overline{1; G})$ ,  $(k = \overline{-K; K})$ , до складу яких входять пари кластерів певних рівнів мережі, між якими встановлено зв'язки, що подолали поріг функції приналежності нечітких відношень  $\alpha_{\mu_R}$ .

Завдяки морфологічному синтезу формується множина ланцюгів продуктів проекту  $L = \{l_1; \dots; l_h; \dots; l_H\}$ ,  $(h = \overline{1; H})$ . Пріоритетність застосування ланцюгу  $l_h$  з множини ланцюгів визначають шляхом розрахунку загального значення ступеню домінування нечітких відношень. Формалізація процесу здійснюється шляхом

підсумуванням значень функцій приналежності нечітких відношень між кластерами продуктів, розташованих на певній гілці мережі,

$$D(l_h) = \sum_f \mu_R(C_{hg_f}^f; C_{hg_{f+k}}^{f+k}), \quad \forall C_{g_f; g_{f+k}}^{f; f+k} \in l_h. \quad (9)$$

Таким чином, до оптимального ланцюгу кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту входять ті кластери, які забезпечують максимально можливе значення загальної цінності продуктів, що потрапляють у кластери, розташовані на ланцюгу.

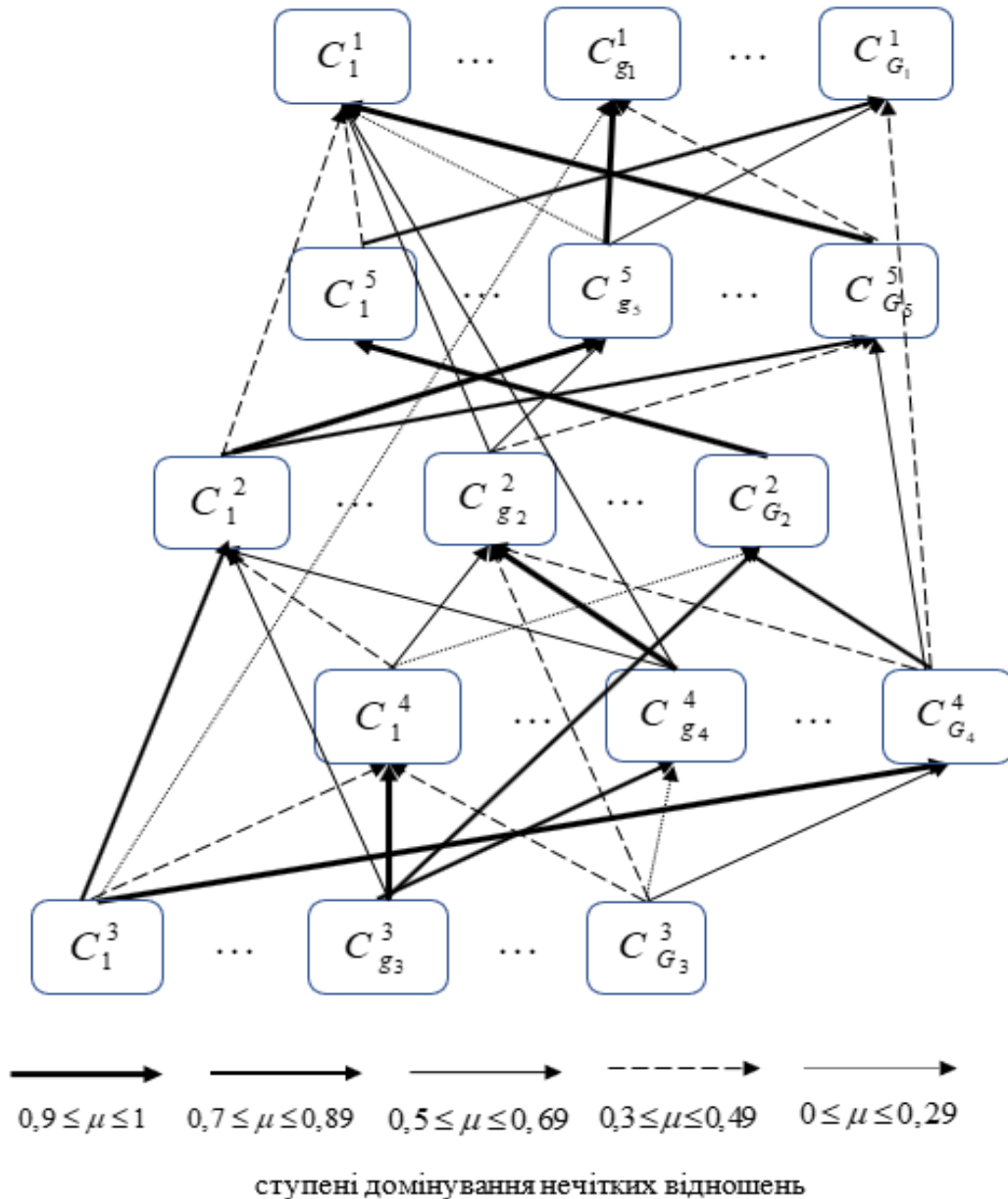


Рис.5 – Мережа кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Ідентифікація продуктів фаз ЖЦ проекту полягає в визнанні відповідності конкретного продукту певному кластеру продуктів та здійснюється шляхом створення інформаційної моделі ланцюгу продуктів – кодової структури, що відображає ступінь відповідності значень слотів-параметрів альтернативного

варіанту продукту, який описується фреймом-екземпляром продукту, значенням слотів-параметрів певного фрейма-екземпляра кластеру продуктів.

Відобразити приналежність варіанта продукту  $P_{m_f}^f$ , що належить множині варіантів продуктів  $P^f = \{p_1^f; \dots; p_{m_f}^f; \dots; p_{M_f}^f\}$ , ( $m = \overline{1, M_f}$ ) певної фази  $f$ , ( $f = \overline{1, F}$ ) ЖЦ проекту, до кластеру продуктів цієї фази  $C_{g_f}^f$ , ( $g = \overline{1, G_f}$ ) можливо за допомогою ступенів приналежності значень параметрів продукту до значень параметрів продуктів, що належать певному кластеру  $\left\{ \left( x_{m_f, jn}, \mu_{C_{g_f}^f} \left( x_{m_f, jn} \right) \right) \right\}$ . Продукт проекту відноситься до того кластеру, для якого загальна характеристична функція досягає максимального значення

$$\mu_{C_g^f} \left( P_m^f \right) = \bigcup \left( \beta_j \cdot \mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{mjn} \right) \right), \quad \forall x_{mj} \in X_{mj}^f, \quad (10)$$

$$\left( f = \overline{1, F} \right), \left( g = \overline{1, G_f} \right), \left( m = \overline{1, M_f} \right), \left( j = \overline{1, J_f} \right), \left( n = \overline{1, N} \right)$$

де  $\beta_j$  – нормований ваговий коефіцієнт, що відображає рівень важливості параметра  $j$  продукту,  $\mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{mj} \right)$  – ступінь приналежності значення параметра  $j$  продукту  $P_m^f$  множині значень, що відповідають кластеру  $C_{g_f}^f$ .

Області визначення функцій приналежності окремих параметрів повинні мати нижньою межею порогове значення  $\left\{ x_{mj} / \mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{mj} \right) \geq \gamma_j \right\}$ , попереднє визначення якого дозволить уникнути включення до ланцюгів продуктів фаз проекту тих продуктів, що мають неприпустимі значення окремих параметрів.

Формується конфігурація продуктів фаз ЖЦ проекту у вигляді реального ланцюга продуктів, що мають значення параметрів продуктів, завдяки яким можливо реалізувати проект ЕЛС з виконанням правил екологістики та досягти максимально можливого значення його цінності.

Проекту ЕЛС мають специфічні особливості, відобразити які можливо в їх власній класифікації. В якості базової класифікаційної ознаки пропонується використовувати причину реалізації або призначення проекту: створення, розвиток або функціонування ЕЛС (рис. 6).

В дисертаційній роботі проведено дослідження еволюції організаційних структур організаційного, проектного, логістичного та екологічного управління. Запропоновано багатомірні моделі організаційних структур управління проектами мікро-ЕЛС, які залежать від комбінації типів організаційних структур, що існують в компанії (табл. 1).



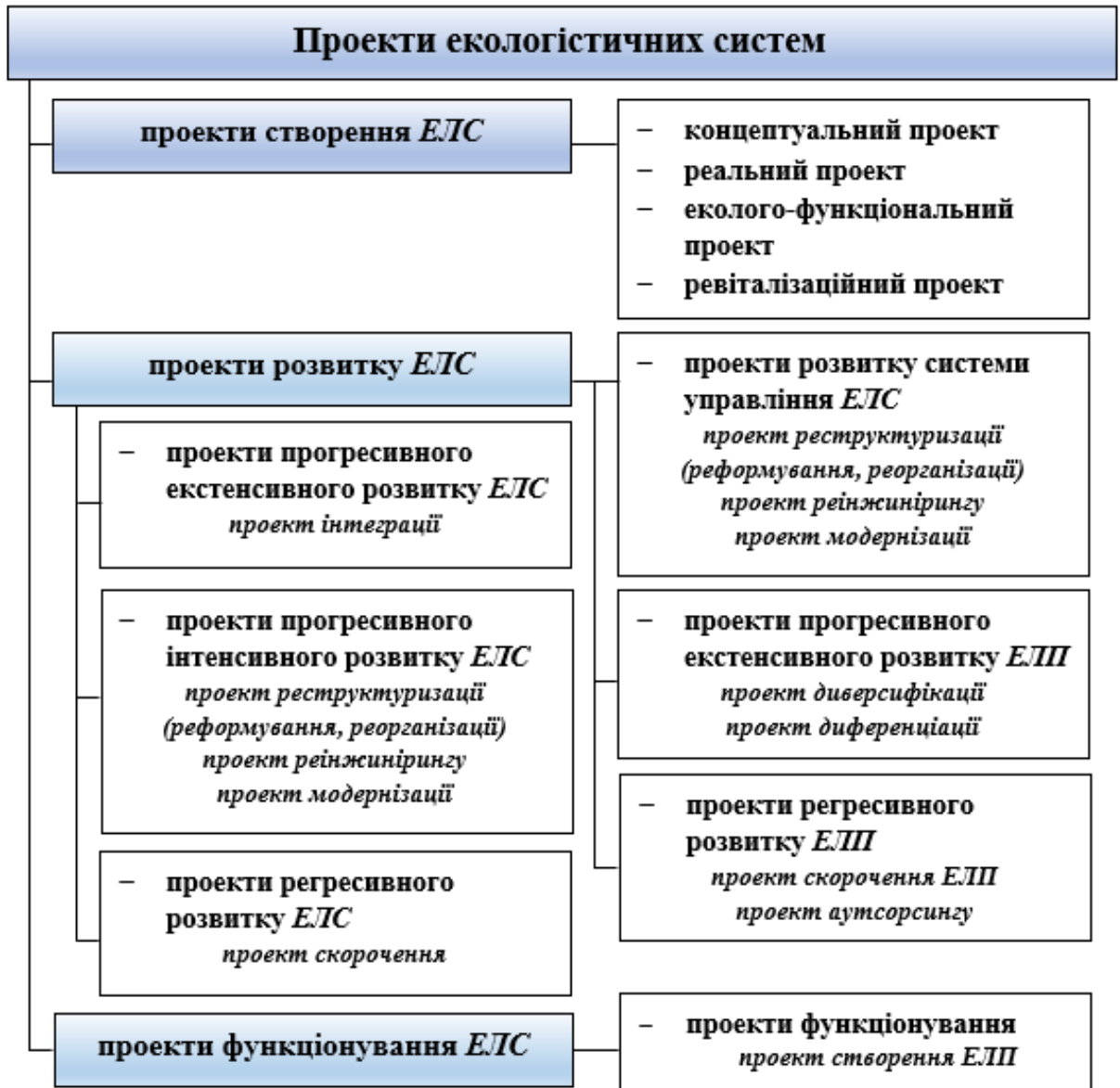


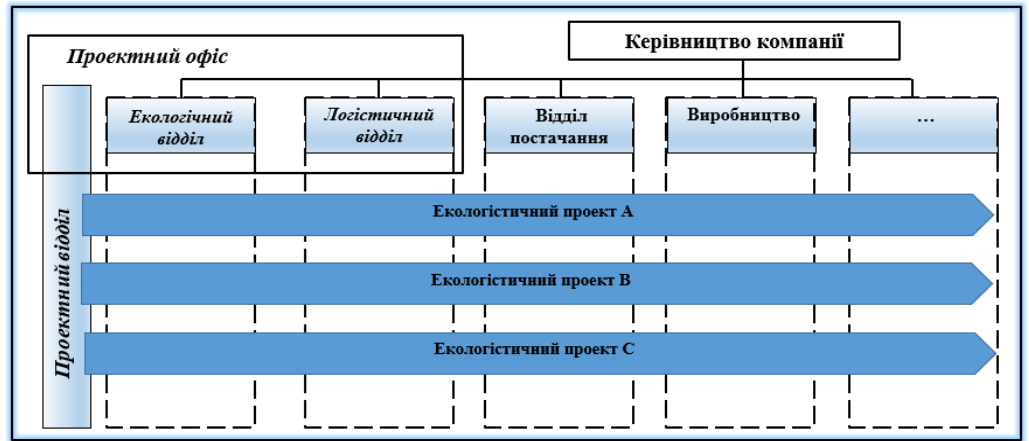
Рис.6 – Класифікація проектів ЕЛС

Таблиця 1 – Формування організаційних структур конвергентного управління проектами мікро-ЕЛС

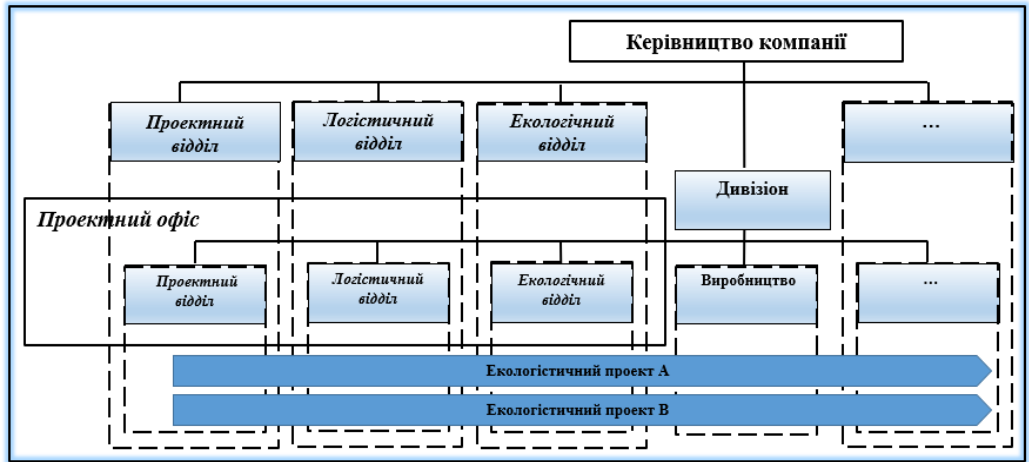
Тип організаційної структури				
управління організацією	проектного управління	логістичного управління	екологічного управління	конвергентного управління
дивізійна	матрична	функціональна	функціональна	матрично-дивізійна
функціональна				матрично-функціональна
		матрична		багатомірна матриця

При організації конвергентного управління мезо- та макро-ЕЛС проектний офіс потрібно створювати на рівні 4(5)PL-операторів. Конвергентне управління проектами ЕЛС здійснюється через проектний офіс (рис.7).

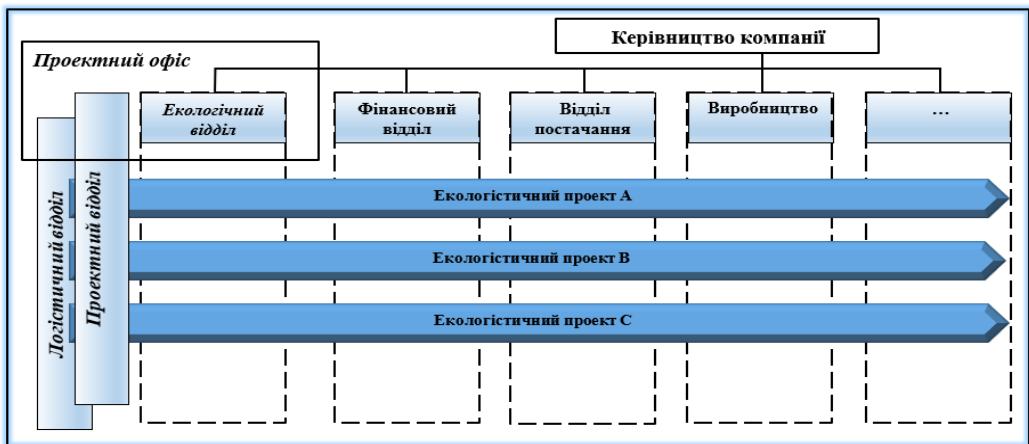
а –  
матрично-  
функціональна  
організаційна  
структура  
управління  
проектами  
мікро-ЕЛС



б –  
матрично-  
дивізіональна  
організаційна  
структура  
управління  
проектами  
мікро-ЕЛС



в –  
багатомірна  
матрична  
структура  
конвергентного  
управління  
проектами  
мікро-ЕЛС



г –  
лінійно-  
матрична  
організаційна  
структура  
конвергентного  
управління  
проектами  
мезо- та макро-  
ЕЛС

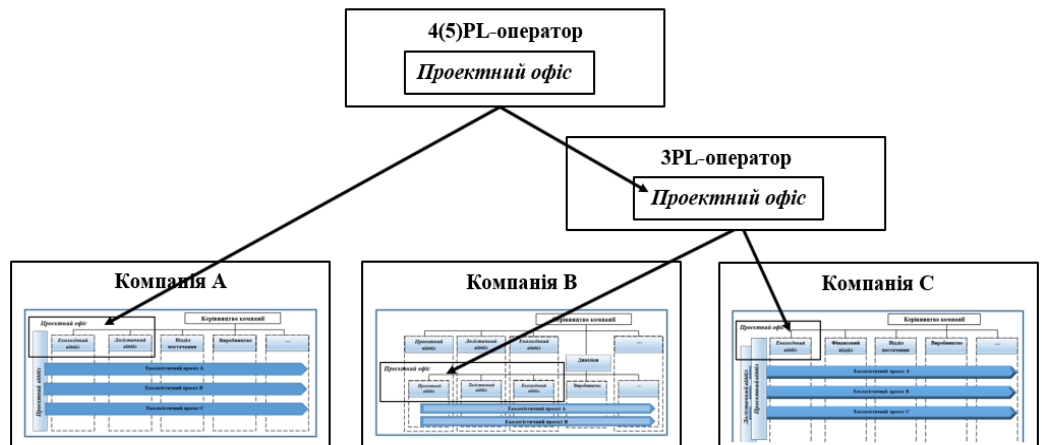


Рис. 7 – Організаційні структури конвергентного управління проектами ЕЛС

В четвертому розділі «Методологічні засади управління часовими та грошовими параметрами проектів екологістичних систем» розглянуто питання формування часових характеристик та грошових потоків на протязі ЖЦ проекту та оцінки ефективності проекту ЕЛС за допомогою дисконтованого строку окупності; визначено вплив змін потоків грошових коштів на ефективність проекту.

Модель ЖЦ проекту ЕЛС є комбінованою, фази можуть протікати як послідовно, так і перекриватись (рис.8). Інвестиційна фаза настає тільки після завершення передінвестиційної фази. Регенеративна фаза починається до завершення експлуатаційної фази, коли продукт від кінцевого споживача поступає в зворотний потік матеріальних ресурсів. Ревіталізаційна фаза починається разом з інвестиційною, протікає на протязі експлуатаційної та регенеративної фаз та триває до закінчення проекту.

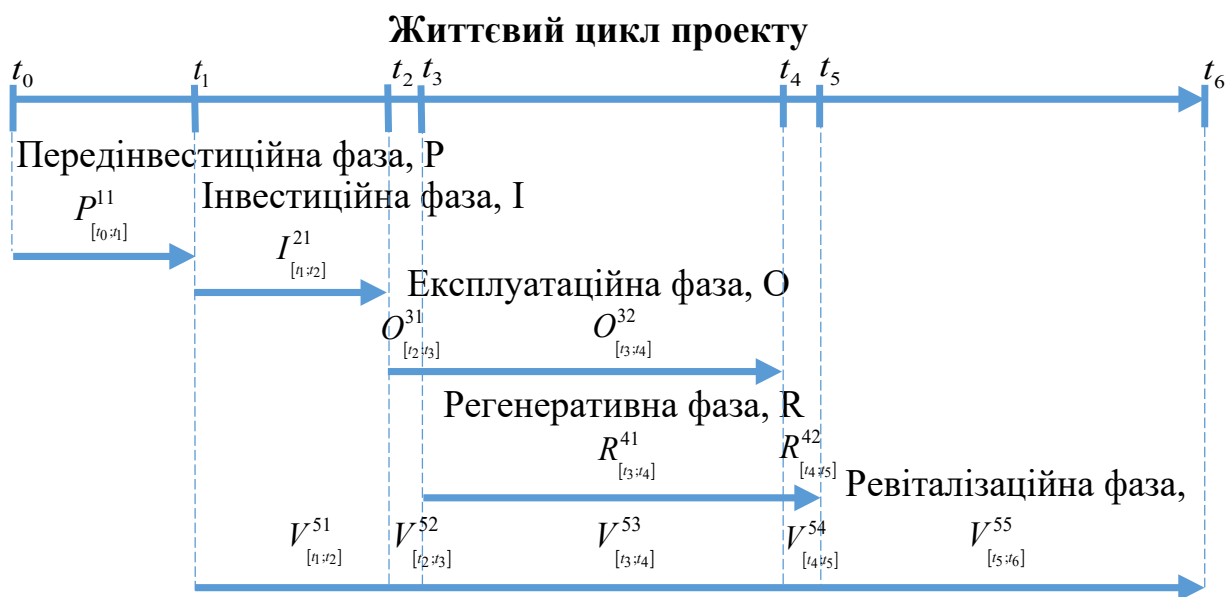


Рис. 8 – Графічна модель ЖЦ циклу проекту ЕЛС

ЖЦ проекту ЕЛС поділяється часові інтервали  $[t_i; t_{i+1}]$  ( $i = \overline{1; I-1}$ ), де  $t_i$  – початок,  $t_{i+1}$  – закінчення часового інтервалу, які є віховими подіями:  $t_0$  – початок проекту, передінвестиційної фази;  $t_1$  – початок інвестиційної та ревіталізаційної фаз, закінчення передінвестиційної фази;  $t_2$  – початок експлуатаційної фази, закінчення інвестиційної фази;  $t_3$  – початок регенеративної фази;  $t_4$  – закінчення експлуатаційної фази;  $t_5$  – закінчення регенеративної фази;  $t_6$  – закінчення проекту, ревіталізаційної фази.

До ЖЦ проекту ЕЛС входять фази  $C^f$ , ( $f = \overline{1; F}$ ), які відрізняються кількістю етапів  $S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  ( $j = \overline{1; J}$ ), ( $i = \overline{1; I-1}$ ), в їх складі: передінвестиційна фаза –  $P^{11}$  на інтервалі  $[t_0; t_1]$ ; інвестиційна фаза –  $I^{21}$  на інтервалі  $[t_1; t_2]$ ; експлуатаційна фаза –  $O^{31}$  на інтервалі  $[t_2; t_3]$ ,  $O^{32}$  на інтервалі  $[t_3; t_4]$ ; регенеративна фаза –  $R^{41}$  на інтервалі  $[t_3; t_4]$ ,  $R^{42}$  на інтервалі  $[t_4; t_5]$ ; ревіталізаційна фаза –  $V^{51}$  на інтервалі  $[t_1; t_2]$ ,  $V^{52}$  на інтервалі  $[t_2; t_3]$ ,  $V^{53}$  на інтервалі  $[t_3; t_4]$ ,  $V^{54}$  на інтервалі  $[t_4; t_5]$ ,  $V^{55}$  на інтервалі  $[t_5; t_6]$ .

Етапи ЖЦ проекту ЕЛС повинні завершуватись отриманням проміжного

результату – продукту фази (етапу) проекту, який належить до множини продуктів проекту  $R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ ,  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ),  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ), ( $i = \overline{1; I-1}$ ) (табл. 2).

Таблиця 2 – Проміжні результати етапів ЖЦ проекту ЕЛС

Часовий інтервал	Етап фази ЖЦ проекту ЕЛС	Проміжний результат – продукт етапу проекту
$[t_0; t_1]$	передінвестиційна фаза, $P_{[t_0; t_1]}^{11}$	документально оформлений проект ЕЛС, $PD_{[t_0; t_1]}^{11}$
$[t_1; t_2]$	інвестиційна фаза, $I_{[t_1; t_2]}^{21}$	ЕЛС, $ELS_{[t_1; t_2]}^{21}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_1; t_2]}^{51}$	ревіталізація наслідків створення ЕЛС, $RV_{[t_1; t_2]}^{51}$
$[t_2; t_3]$	етап експлуатаційної фази, $O_{[t_2; t_3]}^{31}$	ЛП (прямий матеріальний потік), $DMF_{[t_2; t_3]}^{31}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_2; t_3]}^{52}$	ревіталізація наслідків ЛП (прямого матеріального потоку), $RV_{[t_2; t_3]}^{52}$
$[t_3; t_4]$	етап експлуатаційної фази, $O_{[t_3; t_4]}^{32}$	ЛП (прямий матеріальний потік), $DMF_{[t_3; t_4]}^{32}$
	етап регенеративної фази, $R_{[t_3; t_4]}^{41}$	ЕЛП (зворотний матеріальний потік), $RMF_{[t_3; t_4]}^{41}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_3; t_4]}^{53}$	ревіталізація наслідків ЛП та ЕЛП (прямого та зворотного матеріальних потоків), $RV_{[t_3; t_4]}^{53}$
$[t_4; t_5]$	етап регенеративної фази, $R_{[t_4; t_5]}^{42}$	ЕЛП (зворотний матеріальний потік), $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_4; t_5]}^{54}$	ревіталізація наслідків ЕЛП (зворотного матеріального потоку), $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$
$[t_5; t_6]$	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_5; t_6]}^{55}$	ревіталізація наслідків проекту ЕЛС, $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$

ЖЦ проекту ЕЛС можна представити у вигляді категорії «ЖЦ проекту ЕЛС». Для опису даної категорії необхідно визначитись з відповідними поняттями, представленими в таблиці 3.

Таблиця 3 – Склад категорій «ЖЦ проекту ЕЛС»

Категорія	Набір об'єктів	Набір морфізмів
ЖЦ проекту ЕЛС	Етапи ЖЦ проекту ЕЛС	Зв'язки між етапами ЖЦ проекту ЕЛС

Об'єкти категорії – етапи ЖЦ проекту ЕЛС, мають зв'язки з попередніми (доменами) та наступними (кодоменами) етапами – об'єктами, які виражені вхідними та вихідними морфізмами. Морфізми поділяються на послідовні ( $l$ ) та паралельні ( $h$ ). Графічно категорію «ЖЦ проекту ЕЛС» можна представити наступним чином (рис. 9).

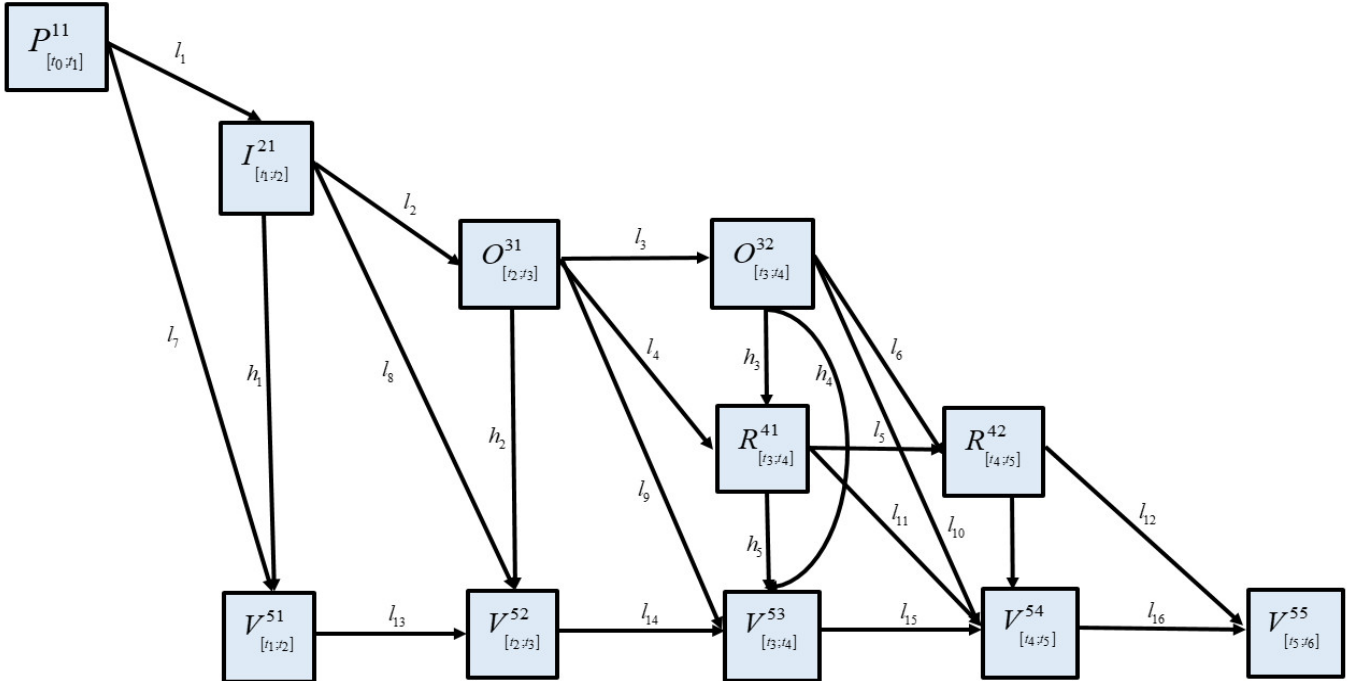


Рис. 9 – Категорія «ЖЦ проекту ЕЛС»

Визначення морфізмів між об'єктами категорії «ЖЦ проекту ЕЛС» дозволяє визначити етапи проекту, зміна строків закінчення яких впливає на строки початку наступних етапів або фаз.

Оскільки ЖЦ проекту ЕЛС має комбіновану структуру, його тривалість неможливо визначити як суму тривалостей окремих фаз або етапів. В розрахунках необхідно враховувати тривалість часових інтервалів, на протязі яких реалізуються певні етапи проекту,

$$T_{LC} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}, \quad (11)$$

де  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}$  – тривалість часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ .

Запропоновано механізм коректування тривалості ЖЦ проекту ЕЛС.

*Варіант 1. Тривалість ЖЦ проекту ЕЛС нестрого визначена*

Якщо тривалість ЖЦ не визначена строго,  $T_{LC}^{plan} \neq const$ , та зміни  $\Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  у тривалості етапів, які вливатимуть на тривалість  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}$  часових інтервалів, на протязі яких здійснюються ці етапи, є можливими, виконується умова  $T_{LC}^{fact} \neq T_{LC}^{plan}$ . При цьому тривалість ЖЦ проекту ЕЛС розраховується за формулою

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}, \quad (12)$$

де  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}$ ,  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan}$ ,  $\Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}$  – фактична, планова тривалість та зміни тривалості часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  відповідно.

В даному випадку, якщо  $\sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} > 0$ , обов'язкові компенсаційні дії не потрібні, але необхідно дотримуватись умови мінімізації можливих відхилень тривалості від запланованих змін для окремих етапів  $\Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \rightarrow \min$ , часових інтервалів  $\Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]} \rightarrow \min$ , а також ЖЦ проекту в цілому  $\Delta T_{LC} \rightarrow \min$ .

### Варіант 2. Тривалість ЖЦ проекту ЕЛС строго визначена

При зміні тривалості етапу  $\tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  проекту, для дотримання умови  $T_{LC}^{fact} = T_{LC}^{plan}$ , необхідно стабілізувати тривалість ЖЦ проекту за рахунок коригування тривалості етапів, пов'язаних морфізмами з визначеним етапом, таким чином, щоб загальна сума змін часових інтервалів, з яких складається тривалість ЖЦ, дорівнювала нулю  $\sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]} = 0$ , а фактична тривалість ЖЦ відповідала запланованому значенню

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan}. \quad (13)$$

Для вирішення поставленого завдання необхідно коригувати тривалість етапів, що є кодоменами в послідовних та паралельних морфізмах. Компенсація  $\Delta c_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  дозволяє уникнути або мінімізувати зміни  $\Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ , що виникли у тривалості попередніх етапів проекту, та корегувати загальну тривалість ЖЦ.

Фактичні зміни тривалості  $\Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}$  часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  визначається тривалістю домінуючого об'єкту в паралельних морфізмах

$$\Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} = dom \left\{ \Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \right\}. \quad (14)$$

Якщо зміни тривалості етапів  $\Delta c_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ , що відповідають певному часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , не дорівнюють один одному, то коригуюча зміна тривалості часового інтервалу також відповідає коригуючій зміні домінуючого об'єкту в морфізмі, тобто етапу проекту

$$\Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{cor} = dom \left\{ \Delta c_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \right\}. \quad (15)$$

Врахування цих змін дозволяє вплинути на фактичну тривалість проекту ЕЛС, яка розраховується за формулою

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{cor}. \quad (16)$$

Очевидно, що у разі значних фактичних змін тривалості часових інтервалів проекту, досягти запланованого значення  $T_{LC}^{plan}$  ЖЦ проекту може бути складно, але мінімізувати небажані зміни можливо, тобто  $\Delta T_{LC} \rightarrow \min$ .

Трансформаційні зміни у ЖЦ проекту ЕЛС, спричинені конвергентною природою ЕЛС, відбулися у грошових потоках проекту  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ ,  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ),  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ), ( $i = \overline{1; I-1}$ ), які формуються з вхідних  $IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  та вихідних  $OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  потоків грошових коштів, значення яких відрізняються на різних часових інтервалах ЖЦ проекту.

Отже, для характеристики грошових потоків ЖЦ проекту ЕЛС формується множина потоків грошових коштів

$CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \left\{ CF_{[0;1]}^{11}; CF_{[1;2]}^{21}; CF_{[2;3]}^{31}; CF_{[3;4]}^{32}; CF_{[3;4]}^{41}; CF_{[4;5]}^{42}; CF_{[1;2]}^{51}; CF_{[2;3]}^{52}; CF_{[3;4]}^{53}; CF_{[4;5]}^{54}; CF_{[5;6]}^{55} \right\}$ , які різняться на протязі ЖЦ проекту ЕЛС та приймають позитивні й негативні значення.

При розрахунку грошових потоків, що надходять на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{0; I-1}$ ), необхідно враховувати потоки грошових коштів, що генеруються при створенні продуктів фаз проекту на даному часовому інтервалі. Розраховуються потоки грошових коштів за формулою

$$CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t)dt, \quad (17)$$

де  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t)dt$ ,  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t)dt$  – вхідні та вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  відповідно.

Загальні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту ЕЛС розраховуються за формулою

$$CF_{LC} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_i}^{t_{i-1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t_{i-1}} of(t)dt, \quad (18)$$

де  $\int_{t_i}^{t_{i-1}} if(t)dt$ ,  $\int_{t_i}^{t_{i-1}} of(t)dt$  – вхідні та вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі ЖЦ проекту, відповідно.

Заплановані значення грошових показників ЖЦ проекту ЕЛС розраховуються за формулами:

– вхідні потоки грошових коштів

$$IF_{LC}^{plan} = \int_{t_2}^{t_5} if(t)dt = \int_{t_2}^{t_3} if(t)dt + \int_{t_3}^{t_4} if(t)dt + \int_{t_4}^{t_5} if(t)dt, \quad (19)$$

– вихідні потоки грошових коштів:

$$OF_{LC}^{plan} = \int_{t_0}^{t_6} of(t)dt = \int_{t_0}^{t_1} of(t)dt + \int_{t_1}^{t_2} of(t)dt + \int_{t_2}^{t_3} of(t)dt + \int_{t_3}^{t_4} of(t)dt + \int_{t_4}^{t_5} of(t)dt + \int_{t_5}^{t_6} of(t)dt. \quad (20)$$

В залежності від вибору варіанту управління тривалістю проекту, визначаються грошові параметри проекту (рис. 10).

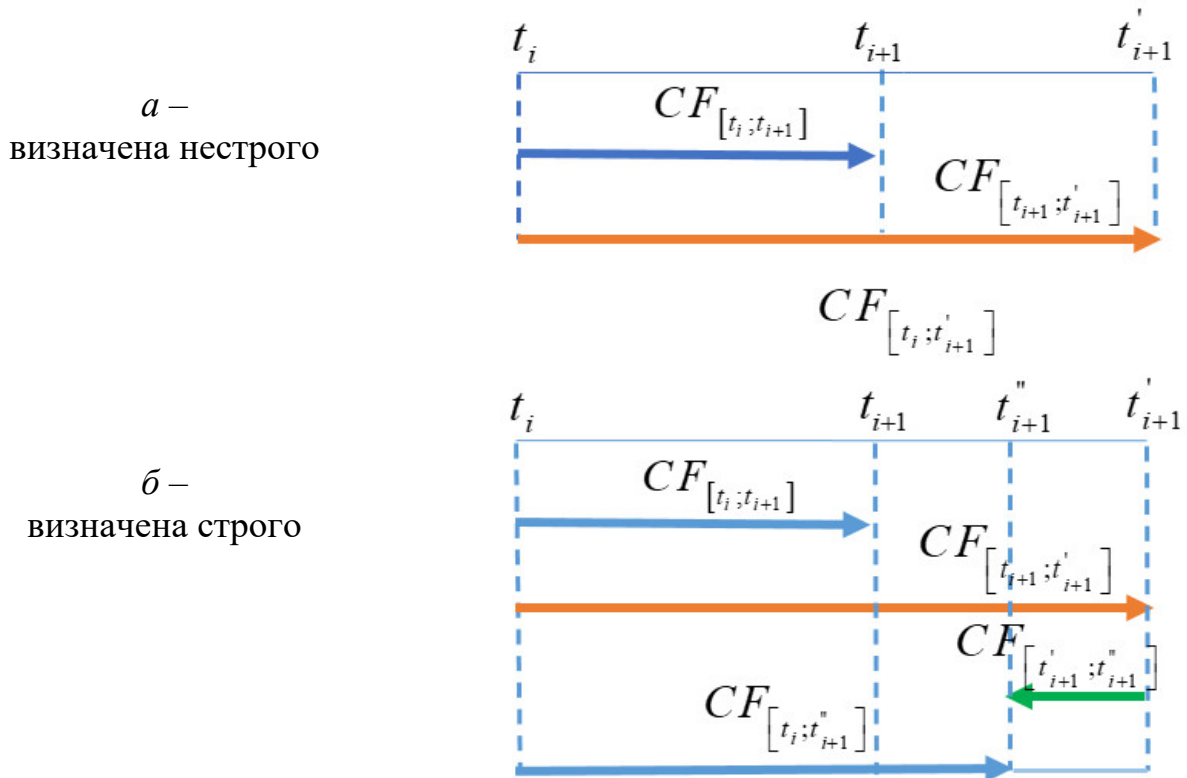


Рис. 10 – Грошові потоки при різних варіантах тривалості ЖЦ проекту ЕЛС

*Варіант 1. Тривалість ЖЦ проекту ЕЛС нестрого визначена*

У випадку ситуаційних змін тривалості запланованого часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  проекту на фактичний  $[t_i; t'_{i+1}]$ , зміни відбудуться у значенні потоків грошових коштів, які генеруються на протязі етапів проекту  $CF_{[t_i; t'_{i+1}]}^{fj}$  та часових інтервалів  $CF_{[t_i; t'_{i+1}]}$

$$CF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} of(t)dt, \quad (21)$$



де  $\int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} if(t)dt$ ,  $\int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} of(t)dt$  – вхідні та вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі часового інтервалу  $[t_{i+1}; t'_{i+1}]$  відповідно.

У випадку зміни строків закінчення попереднього інтервалу  $[t_i; t'_{i+1}]$ , змінюються строки початку наступного інтервалу  $[t'_i; t'_{i+1}]$ . Загальна сума грошових коштів на протязі всього ЖЦ проекту ЕЛС розраховується за формулою

$$CF_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t'_i; t'_{i+1}]}^{fj} = \int_{t'_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt + \int_{t'_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt, \quad (22)$$

де  $\int_{t'_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt$ ,  $\int_{t'_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt$  – вхідні та вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі ЖЦ проекту, відповідно.

*Варіант 2. Тривалість ЖЦ проекту ЕЛС строго визначена*

На реалізацію заходів щодо повернення тривалості запланованого часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  з фактичного  $[t_i; t'_{i+1}]$  до скоригованого  $[t_i; t''_{i+1}]$  необхідно витратити певні грошові кошти, які визначаються як сума коштів, витрачених на коригування тривалостей кожного з етапів проекту, що реалізуються на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$

$$CF_{[t''_{i+1}; t'_{i+1}]}^{cor} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t''_{i+1}; t'_{i+1}]}^{fj} = \int_{t'_{i+1}}^{t''_{i+1}} of(t)dt, \quad (23)$$

де  $\int_{t'_{i+1}}^{t''_{i+1}} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі часового інтервалу  $[t''_{i+1}; t'_{i+1}]$ .

Вплив ситуаційних змін тривалості часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  на  $[t_i; t'_{i+1}]$  та компенсаційних змін  $[t''_{i+1}; t'_{i+1}]$  на грошові потоки розраховується за формулою

$$CF_{[t_i; t''_{i+1}]}^{fact} = \int_{t_i}^{t_{i+1}} cf(t)dt + \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} cf(t)dt + \int_{t''_{i+1}}^{t'_{i+1}} cf(t)dt = \int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t)dt + \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} of(t)dt, \quad (24)$$

де  $t_i$  – початок запланованого часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $t_{i+1}$  – закінчення запланованого часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $t'_{i+1}$  – закінчення часового інтервалу  $[t_i; t'_{i+1}]$  після ситуативних змін,  $t''_{i+1}$  – закінчення часового інтервалу  $[t_i; t''_{i+1}]$  після компенсаційних змін.

У випадку зміни строків закінчення попереднього інтервалу  $[t_i; t''_{i+1}]$ , змінюються строки початку наступного інтервалу  $[t''_{i+1}; t''_{i+2}]$ . Загальна сума грошових коштів на протязі всього ЖЦ проекту ЕЛС розраховується за формулою

$$CF_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i; t''_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt, \quad (25)$$

де  $\int_{t_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt$ ,  $\int_{t_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt$  – вхідні та вихідні потоки грошових коштів, що генеруються на протязі ЖЦ проекту.

Оцінити ефективність проекту ЕЛС пропонується за допомогою критерію дисконтованого строку окупності –  $DPP$ , як інтегрованого показника, що враховує ефективність процесу управління проектом на кожному часовому інтервалі ЖЦ.

Регенеративна фаза починається практично одночасно з експлуатаційною, тобто  $\Delta t_{23} = (t_3 - t_2) \rightarrow \min$  та  $\Delta t_{45} = (t_5 - t_4) \rightarrow \min$ . В такому випадку, можливо припустити, що потоки грошових коштів на протязі експлуатаційної та регенеративної фази приймають умовно-постійні значення

$$CF_{[t_2; t_3]} = CF_{[t_3; t_4]} = CF_{[t_4; t_5]} = CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const}, \quad (i = \overline{2; 4}). \quad (26)$$

$DPP$  відповідає моменту часу, коли чиста теперішня вартість  $NPV$  дорівнює нулю

$$CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + \sum_{i=2}^T CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_{i+1}} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6} = 0. \quad (27)$$

$DPP$  можливо розрахувати за наступною формулою

$$DPP = T = \log_q \left[ 1 + \frac{(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right], \quad (28)$$

при виконанні умов

$$1 + \frac{(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} > 0, \quad q > 0, \quad q \neq 1. \quad (29)$$

Для врахування невизначеності розраховується нечітко виражене значення  $DPP$ , представлене нечітко визначеним трапецієвидним числом

$$\begin{pmatrix} DPP_1; DPP_2; \\ DPP_3; DPP_4; \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \log_q \left( 1 + \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_1 (1-q) \right)_1, \log_q \left( 1 + \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_2 (1-q) \right)_2, \\ \log_q \left( 1 + \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_3 (1-q) \right)_3, \log_q \left( 1 + \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_4 (1-q) \right)_4 \end{pmatrix}. \quad (30)$$

В ході дослідження було виявлено функціональні залежності між грошовими потоками фаз ЖЦ та  $DPP$  проекту  $ЕЛС$ , представлені в таблиці 4.

Графіки функцій було апроксимовано, в результаті чого отримано математичні рівняння, що описують функціональні залежності між аргументом і значенням функції, та мають максимальну достовірність апроксимації  $R^2$ .

В якості аргументів функції виступають: потік грошових коштів передінвестиційної фази  $CF_{[t_0; t_1]}$ , потік грошових коштів інвестиційної фази  $CF_{[t_1; t_2]}$ , потоки грошових коштів проекту експлуатаційної та регенеративної фаз  $\sum_{i=2}^5 CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const(O,R)}$ , потоки грошових коштів ревіталізаційної фази  $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i; t_{i+1}]}^V$ . Значенням функції є  $DPP$  проекту  $ЕЛС$ .

Проведене дослідження показало, що описується залежність між  $DPP$  та  $CF_{[t_1; t_2]}$  поліноміальною функцією виду  $y=ax^2+bx+c$  ( $a \neq 0, b \neq 0$ ) з областю визначення  $(-\infty; 0)$ . Між  $DPP$  та  $CF_{[t_1; t_2]}$  існує зворотна залежність, зростання  $DPP$  поступово уповільнюється зі збільшенням інвестиційних витрат у створення  $ЕЛС$ .

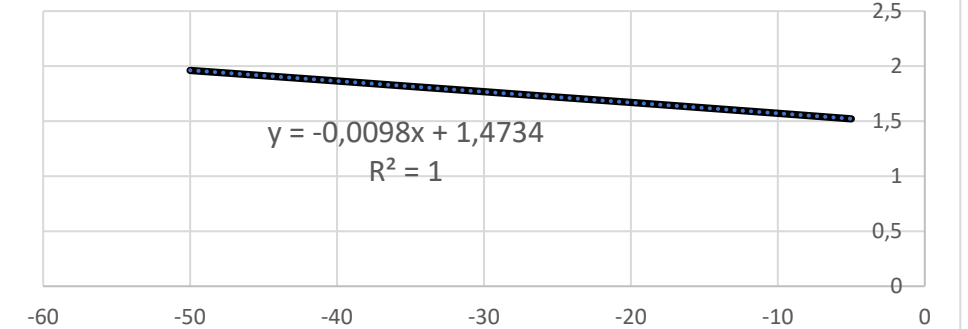
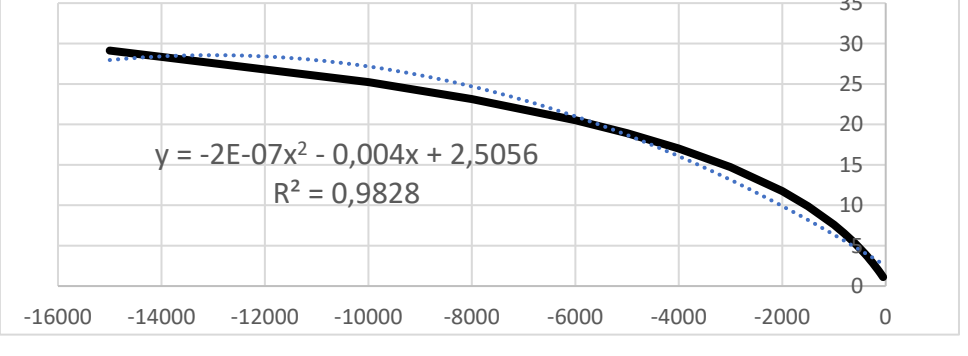
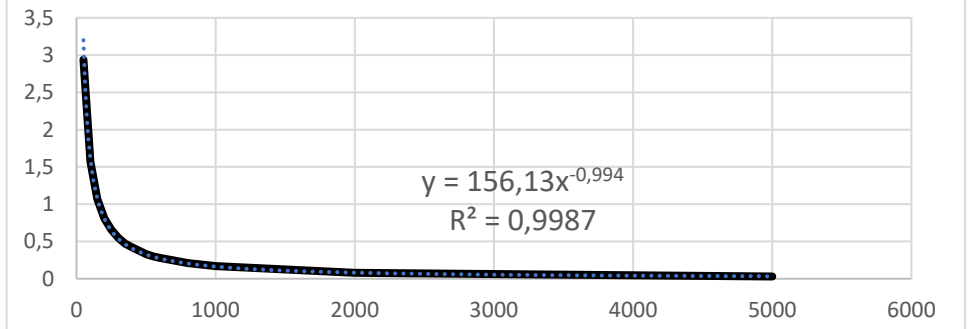
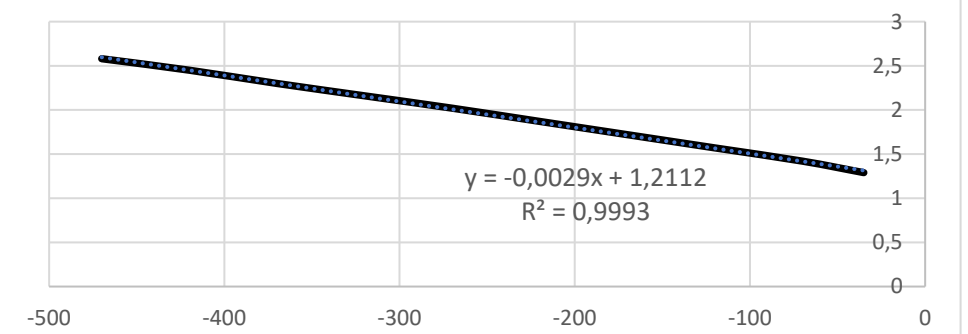
Залежність  $DPP$  від  $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const(O,R)}$  виражається є степеневою функцією виду

$y=ax^n$  ( $a \neq 0$ ) з областю визначення  $(0; +\infty)$ . Між  $DPP$  та  $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const(O,R)}$  існує пряма залежність, швидкість зростання  $DPP$  уповільнюється зі зростанням потоків грошових коштів.

Залежність, що спостерігається між  $DPP$  та  $CF_{[t_0; t_1]}$  або  $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i; t_{i+1}]}^V$  є лінійною функцією виду  $y=kx+b$  ( $k \neq 0$ ) з областю визначення функції  $(-\infty; 0)$ . Існує зворотна залежність між  $DPP$  та витратами передінвестиційної та інвестиційної фаз.

Виявлення функціональних залежностей між  $DPP$  та потоками грошових коштів різних фаз ЖЦ проекту дозволяє прогнозувати зміни  $DPP$  в залежності від змін потоків грошових коштів кожної з фаз ЖЦ.

Таблиця 4 – Функціональні залежності між  $CF$  та  $DPP$  проекту  $ЕЛС$ 

Показник	Графік функціональної залежності
Потік грошових коштів передінвестиційної фази $CF_{[t_0:t_1]}$	 <p><math>y = -0,0098x + 1,4734</math> <math>R^2 = 1</math></p>
Потік грошових коштів інвестиційної фази $CF_{[t_1:t_2]}$	 <p><math>y = -2E-07x^2 - 0,004x + 2,5056</math> <math>R^2 = 0,9828</math></p>
Потоки грошових коштів експлуатаційної та регенеративної фаз $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^{const(O,R)}$	 <p><math>y = 156,13x^{-0,994}</math> <math>R^2 = 0,9987</math></p>
Потоки грошових коштів ревіталізаційної фази $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^V$	 <p><math>y = -0,0029x + 1,2112</math> <math>R^2 = 0,9993</math></p>

В п'ятому розділі «Моделі збалансованого управління ресурсами в проектах екологічних систем» досліджено питання ресурсного метаболізму проекту  $ЕЛС$ ; розроблено модель стаціонарного стану проекту та модель траєкторії розвитку проекту  $ЕЛС$ , що дозволяє досягти максимального значення еколого-економічної цінності проекту.

Проект  $ЕЛС$  є складною відкритою динамічною системою, що відноситься до надбіологічного рівня організації, оскільки він складається з безлічі елементів, які утворюють внутрішнє середовище проекту (складна система) та знаходяться у зв'язку

між собою й з елементами зовнішнього середовища (відкрита система), змінює свій стан на протязі ЖЦ проекту (динамічна система) та підтримує динамічну відносну сталість складу та властивостей (стаціонарна система).

Проект *ЕЛС* як система здійснює метаболізм з проектним середовищем, вилучаючи ресурси, перетворюючи їх та повертаючи у середовище (рис. 11).

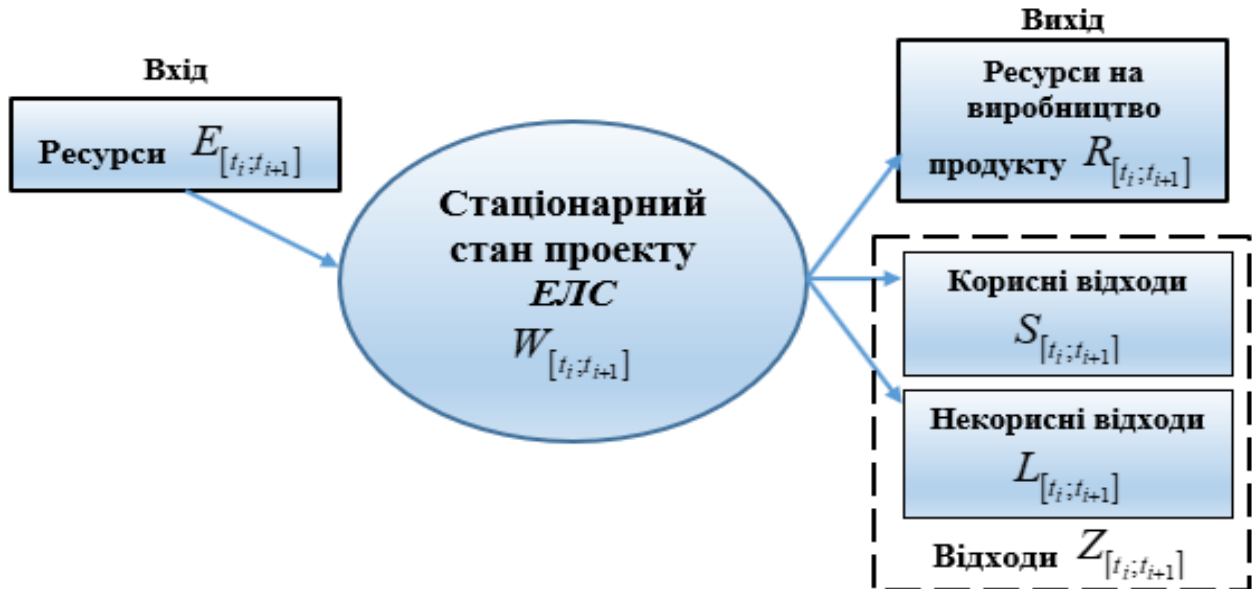


Рис.11 – Схема метаболізму стаціонарного стану проекту *ЕЛС*

В результаті метаболізму здійснюється ресурсний обмін проекту з навколишнім середовищем, в результаті якого проект може існувати та змінювати свій стан. Описати стаціонарний стан  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту можливо кортежем

$$W_{[t_i; t_{i+1}]} = \langle E_{[t_i; t_{i+1}]}, R_{[t_i; t_{i+1}]}, Z_{[t_i; t_{i+1}]} \rangle, \quad (31)$$

де  $E_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина вхідних ресурсів стаціонарного стану проекту,  $R_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина ресурсів, використаних для створення продуктів стаціонарного стану проекту,  $Z_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина відходів стаціонарного стану проекту, що відповідають часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{0; I-1}$ ).

Відповідно до закону збереження енергії кількість ресурсів, що потрапляють до проекту в стані  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$ , витрачаються на створення продуктів проекту та виробляють певну кількість відходів

$$E_{[t_i; t_{i+1}]} = R_{[t_i; t_{i+1}]} + Z_{[t_i; t_{i+1}]} \quad . \quad (32)$$

Принцип зменшення екодеструктивного впливу на довкілля від продуктів проекту *ЕЛС*, що відповідає потребам екологізації економічних систем, описується задачею багатокритеріальної оптимізації, яку пропонується вирішувати методом зміни обмежень.

Загальні ресурсні витрати на забезпечення гомеостазу стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту визначимо як цільову функцію

$$E_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \rightarrow \min, \quad (33)$$

де  $R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  – матеріальні ресурси, використані для створення проміжного продукту,  $S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  – вторинні матеріальні ресурси,  $L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  – невідновлювальні відходи, що утворюються при створенні проміжного продукту етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ) на часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ .

Ресурсні витрати на створення проміжних продуктів проекту, а також перетворені во вторинні матеріальні ресурси та ресурси, що не підлягають подальшому використанню, визначимо як обмеження

$$R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj \min} \leq R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \leq R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj \max}, \quad (34)$$

$$S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj \min} \leq S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \leq S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj \max}, \quad (35)$$

$$L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \leq L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj \max}, \quad (36)$$

$$(i = \overline{1; F}), (j = \overline{1; J}) (i = \overline{1; I-1}).$$

В загальному вигляді процес розвитку проекту ЕЛС можна визначити як ланцюг послідовних стаціонарних станів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$ , яким відповідають проміжні продукти проекту, що синтезуються на часових інтервалах  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ). Для переходу зі стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  до стану  $W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}$  необхідно, щоб система досягла певного рівня гомеостазу стаціонарного стану, що можливо у разі здійснення її метаболізму.

Відповідно до моделі стаціонарного стану продукту проекту, існує множина альтернативних варіантів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$ , ( $h = \overline{1; H}$ ), що формуються для кожного часового інтервалу,  $[t_i; t_{i+1}]$  яким відповідають певні параметри продукту, які базуються на застосуванні ресурсного потенціалу проекту.

Враховуючи специфічні особливості ЕЛС, в якості критерію ефективності проекту пропонуємо застосовувати еколого-економічну цінність проекту, *Ecological and Economic Value (EEV)*, який враховує одночасно економічну та екологічну складову ефективності проекту. Економічний аспект визначається ринковою вартістю продуктів, що отримуються в результаті реалізації проекту, екологічний – врахуванням екологічної складової в потоках грошових коштів проекту.

Для альтернативного варіанту стаціонарного стану проекту, якому відповідає множина проміжних продуктів проекту, що синтезуються на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ) ЖЦ проекту, оцінити *EEV* можливо за формулою

$$EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}) = EEV\left(\sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}\right) = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J \left(V(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}) + CF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})\right) \cdot (q^{fj})^{t_{i+1}}, \quad (37)$$

де  $V(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  – ринкова вартість,  $CF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  – грошові потоки,  $q^{fj}$  – коефіцієнт дисконтування, які відповідають продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ) на часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ .

Цільовою функцією є загальна  $EEV$  проекту, яка складається з  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]})$  стаціонарних станів

$$EEV = \sum_{i=0}^{I-1} EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}) = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J EEV(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}) \rightarrow \max. \quad (38)$$

Потоки грошових коштів  $CF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  складаються з вхідних  $IF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  та вихідних  $OF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  потоків грошових коштів, які генеруються продуктом  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ . Якщо розглядати питання максимізації  $EEV$  з позицій ресурсного балансу, то вхідні потоки грошових коштів  $IF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  генеруються при користуванні продуктом та використанні вторинних матеріальних ресурсів, вихідні потоки грошових коштів  $OF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  залежать від витрат на придбання ресурсів, що витрачаються на створення продукту, та витрат на утилізацію матеріальних ресурсів, що не підлягають вторинному використанню.

Після розрахунку  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]})$  альтернативних варіантів стаціонарних станів проекту з множини  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$  ( $h = \overline{1; H}$ ), можливо визначити загальну  $EEV$  проекту створення  $ЕЛС$ , застосовуючи інструментарій динамічного моделювання. Рекурентне рівняння в моделі наступне

$$EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^*) = \max \left\{ EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h) + EEV(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*) \right\}, \quad (39)$$

де  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^*)$  – сумарна  $EEV$  стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^*$ ,  $EEV(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*)$  – сумарна  $EEV$  стану  $W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*$ ,  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h)$  –  $EEV$  альтернативного варіанту стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$ .

На основі отриманих результатів будується траєкторія розвитку проекту  $ЕЛС$ , яка дозволить досягти максимального значення загальної  $EEV$  проекту та представляється у вигляді кінцевого графа

$$G = \left\{ W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}, D\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt} \left(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{opt}\right)\right) \right\}, \quad (40)$$

де  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}$  – множина вершин, що відповідають кінцевій множині оптимальних стаціонарних станів проекту,  $D\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}\left(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{opt}\right)\right)$  – множина орієнтованих дуг, що відповідають способу переходу з попереднього до наступного оптимального стаціонарного стану проекту *ЕЛС*.

Планування процесу розвитку проекту здійснюється в умовах невизначеності майбутнього стану зовнішнього та внутрішнього середовища проекту. Врахувати багатоваріантність можливих траєкторій розвитку проекту можливо шляхом введення нечіткості в представлену в дослідженні модель завдяки застосуванню інструментарію теорії нечітких множин.

Для кожного часового інтервалу проекту  $[t_i; t_{i+1}]$  формуються нечіткі множини альтернативних варіантів стаціонарних станів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$  проекту –  $\left\{W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, \mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h}\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}\right)\right\}$  ( $l = \overline{1; L}$ ), яким відповідають нечіткі множини параметрів стаціонарного стану проекту.

В невизначених умовах траєкторія розвитку проекту представляє собою нечіткий граф

$$G = \left\{ \begin{array}{l} W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, \mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h}\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}\right); \\ D\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl}\right), \mu_{\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^h\right)}\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl}\right) \end{array} \right\}, \quad (41)$$

де  $\left\{W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, \mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h}\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}\right)\right\}$  – нечітка множина вершин, що відповідають множині нечітких стаціонарних станів проекту *ЕЛС*,

$\left\{D\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl}\right), \mu_{\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^h\right)}\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl}\right)\right\}$  – нечітка множина орієнтованих дуг, що відповідають способу переходу з попереднього до наступного стаціонарного стану проекту *ЕЛС*.

Перехід проекту з одного нечітко визначеного стаціонарного стану до іншого є вірогідною величиною  $P\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl}\right)$ .

Зробити оцінку ефективності розвитку проекту за нечітко визначеною траєкторією можливо за допомогою функції приналежності загальної *EEV*, значення якої є адитивним та отримується при відповідній конфігурації стаціонарних станів проекту, що відповідають часовим інтервалам  $[t_i; t_{i+1}]$  ( $i = \overline{1; I-1}$ ). Загальна *EEV* проекту *ЕЛС* розраховується за рекурентним рівнянням, що враховує стохастичність процесу:



$$EEV(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl*}) = \sum_{i=0}^{I-1} \left[ P(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl}) \left( EEV(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}) + EEV(W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl*}) \right) \right], \quad (42)$$

де  $EEV(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl*})$  – сумарна  $EEV$  стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl*}$ ,  $P(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl})$  – вірогідність переходу зі стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$  до стану  $W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl}$ ,  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$  –  $EEV$  стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$ ,  $EEV(W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl*})$  – сумарна  $EEV$  стану  $W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl*}$ .

Значення нечітко-визначеної  $EEV$  прагне до максимуму відповідності оптимальному значенню, визначеному для детермінованих умов. Визначити ступінь відповідності можна використовуючи значення функції приналежності для загальної

$$EEV \text{ проекту } ELC = \frac{EEV^k(W_{[t_5;t_6]}^{hl*})}{\mu_{EEV(W_{[t_5;t_6]}^{hl*})}} \left( EEV^k(W_{[t_5;t_6]}^{hl*}) \right)$$

В результаті проведених досліджень можливо сформувавши траєкторію розвитку проекту  $ELC$  в нечітко визначених умовах, максимально наближену до траєкторії розвитку проекту, якій відповідає максимальне значення  $EEV$  проекту.

**В шостому розділі «експериментальне дослідження моделей та методів конвергентного управління проектами екологістичних систем»** представлено експериментальні розрахунки, що підтверджують адекватність запропонованих моделей та методів конвергентного управління проектами  $ELC$ .

Проведено експериментальні розрахунки щодо моделювання зворотних потоків  $ELC$ , завдяки чому визначено циркулярні процеси, що протікатимуть в системі між учасниками відповідно експериментально створеним умовам (рис. 12).

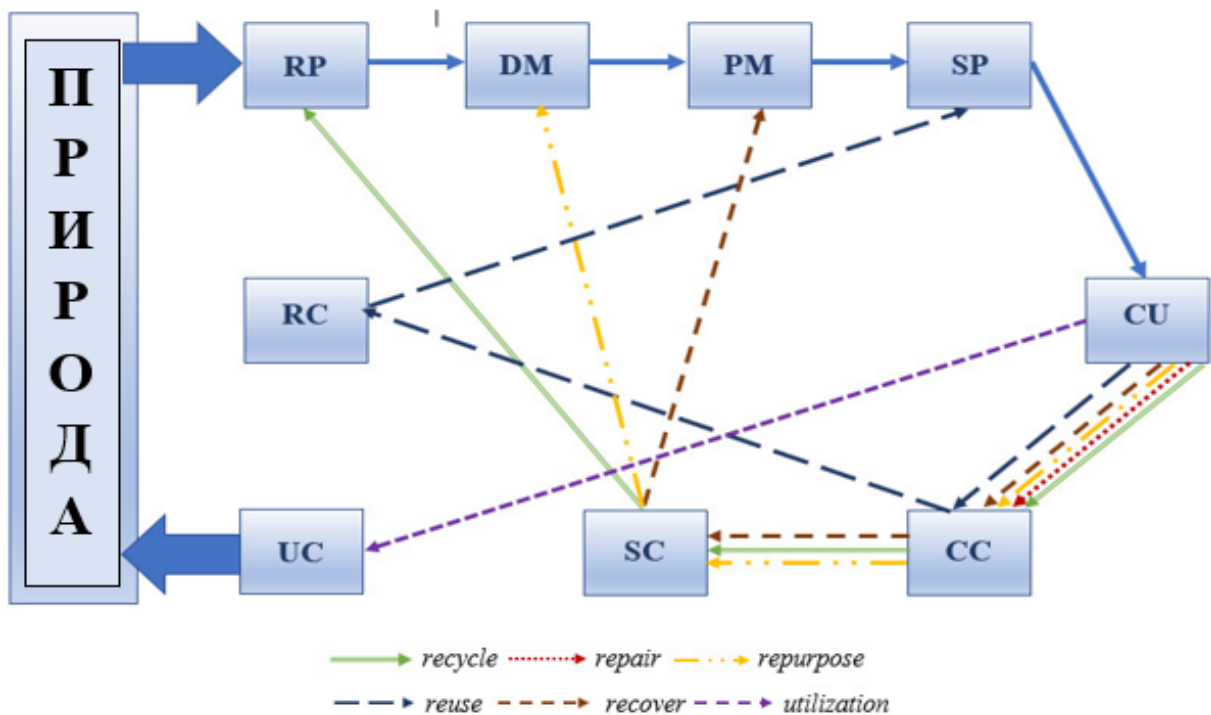


Рис. 12 – Експериментально отримана замкнута  $ELC$

При вирішенні завдання були створені логістичні петлі, що забезпечують зворотний зв'язок в межах замкнутих логістичних ланцюгів, в межах п'яти циркулярних процесів: *recover*, *reuse*, *repurpose*, *repair*, *recycle*, враховано також процес *utilization*.

Було проведено експериментальні розрахунки щодо формування змісту та конфігурації продуктів проекту представленої *ЕЛС*: побудовано фреймові моделі продуктів проекту та створено їх конфігурацію. Здійснено експериментальні розрахунки щодо формування часових характеристик та грошових потоків *ЖЦ* проекту *ЕЛС*, оцінено ефективність проекту за допомогою представленої в роботі формули *DPP* проекту з урахуванням невизначеності. Побудовано траєкторії розвитку проекту, проведено оцінку *EEV* проекту *ЕЛС* та визначено варіант траєкторії, що забезпечує максимальне значення *EEV*.

Проведені дослідження показали, що застосування конвергентного підходу в управлінні проектами *ЕЛС* дозволяє врахувати екологічний аспект в проектній діяльності компаній та підвищити ефективність проектів.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі за результатами проведеного дослідження вирішена науково-прикладна проблема підвищення ефективності управління проектами екологістичних систем завдяки застосуванню моделей, методів та механізмів, що формують нову методологію конвергентного управління проектами.

Основні наукові та практичні результати роботи полягають в наступному:

1. Обґрунтовано доцільність застосування конвергентного управління проектами екологістичних систем, яке базується на конвергенції цінностей, систем, методологій та підходів. Конвергенція економічних та екологічних цінностей обумовлена змінами в світогляді людства зі споживчого відношення до природи на еколого-орієнтований розвиток, який відповідає цілям Концепції сталого розвитку. Конвергенція систем полягає в створенні еколого-орієнтованих економічних систем, до яких відносяться екологістичні системи, що є інструментом впровадження циркулярної моделі економіки, яка спрямована на досягнення цілей сталого розвитку. Управління екологістичними системами базується на конвергенції методологій проектного, логістичного та екологічного управління, а також конвергенції загально-управлінських та науково-природничих підходів.

2. Визначено специфічні особливості екологістичних систем – логістичних систем, що складаються з елементів-ланок, взаємозв'язаних в процесі управління рухом прямих та зворотних логістичних потоків, що враховує екодеструктивний вплив на довкілля. Розроблено концептуальну модель екологістичної системи на базі моделі циркулярної економіки, запропонованої Фондом Еллен МакАртур, та математичну модель екологістичної системи. Завдяки використанню запропонованої математичної моделі можливо вирішити завдання оптимізації зворотних рециклінгово-утилізаційних матеріальних потоків в логістичній системі, що дозволить досягти максимального значення сумарних грошових потоків від впровадження циркулярних процесів. Представлено концептуальну модель життєвого циклу проекту екологістичної системи, до складу якого входять традиційні

передінвестиційна, інвестиційна, експлуатаційна та еколого-орієнтовані регенеративна та ревіталізаційна фази. Фази життєвого циклу проекту екологістичної системи можуть протікати як послідовно, так і перекриватись, та поділяються на етапи, на протязі яких генеруються проміжні результати – продукти етапів проекту.

3. Розроблено моделі та методи організації конвергентного управління проектами екологістичних систем: метод управління конфігурацією продуктів фаз проекту екологістичної системи, модель управління змістом продукту та організаційні структури управління екологістичними системами. Метод управління конфігурацією включає етапи: специфікацію параметрів продуктів, кластеризацію продуктів, структурування кластерів та ідентифікацію продуктів проекту. Специфікація параметрів продуктів полягає в створенні описових фреймових моделей продуктів, які відображають множину необхідних для характеристики продукту фази проекту параметрів. Кластеризація продуктів передбачає створення інформаційних моделей кластерів продуктів, які містять інформацію про множину продуктів фаз проекту, що мають близькі значення параметрів. Структурування кластерів продуктів призводить до створення мережі кластерів продуктів проекту, що дозволяє відобразити зв'язки між продуктами фаз проекту та створити потенційну множину ланцюгів продуктів фаз проекту. Ідентифікація продуктів показує відповідність конкретного продукту певному кластеру та полягає в створенні ланцюгу продуктів фаз проекту. Запропоновано класифікацію проектів екологістичних систем, яка враховує трансформаційні зміни в проектах, спричинені необхідністю врахування екологічних аспектів в проектній діяльності.

4. Визначено особливості формування часових характеристик проектів екологістичних систем. Фази життєвого циклу проекту екологістичної системи складаються з етапів, між якими існують зв'язки. Застосування інструментарію теорії категорій дозволяє відобразити зв'язки між етапами проекту, визначити об'єкти (домени, кодомени) та морфізми (вхідні та вихідні) для кожного етапу проекту. Визначено, що тривалість проекту залежить від тривалості етапів, що входять до складу фаз життєвого циклу. В залежності від умови визначення тривалості життєвого циклу, запропоновано компенсаційний механізм для стабілізації його тривалості. Встановлено залежність між часовими характеристиками проекту та формуванням грошових потоків на протязі життєвого циклу проекту. Досліджено вплив змін у тривалості життєвого циклу проекту на формування потоків грошових коштів проекту. Запропоновано розрахункові формули для визначення дисконтованого строку окупності, що враховують потоки грошових коштів еколого-орієнтованих фаз проекту, в детермінованих умовах та умовах невизначеності. Визначено функціональні залежності дисконтованого строку окупності проекту від потоків грошових коштів різних фаз життєвого циклу проекту екологістичної системи.

5. Розроблено моделі збалансованого управління ресурсами проектів екологістичних систем. Математична модель метаболізму стаціонарного стану проекту дозволяє здійснювати збалансоване управління ресурсами на різних етапах життєвого циклу проекту екологістичної системи завдяки конвергенції системного й фізичного підходів та мінімізувати екодеструктивний вплив на довкілля. Математична модель траєкторії розвитку проекту екологістичної системи з

урахування невизначеності умов реалізації проекту дозволяє побудувати траєкторію розвитку проекту, завдяки застосуванню якої досягається максимальне значення еколого-економічної цінності проекту.

6. Достовірність розроблених моделей, методів та механізмів, що формують нову методологію конвергентного управління проектами екологістичних систем, підтверджена експериментальними розрахунками та результатами впровадження на базі ПП «КОНКРІТ ГРУП», ТОВ «Міжнародні транспортні рішення», ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС КТТ».

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації (публікації у наукових фахових виданнях України та у наукових періодичних виданнях інших держав, які включені до міжнародних наукометричних баз):*

1. Ковтун Т.А. Инициализация параметров продуктов проекта развития транспортного предприятия в нечетко определенных условиях проектной среды. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*. Збірник наукових праць. Одеса: ОНМУ, 2010. № 15. С. 191 – 213. *Фахове видання*.
2. Ковтун Т.А. Применение методического подхода к инициализации проекта предоставления транспортной услуги. *Вісник Одеського національного морського університету*. Збірник наукових праць. Одеса: ОНМУ, 2010. № 31. С. 207 – 222. *Фахове видання*.
3. Ковтун Т.А. Особенности применения системного подхода к проектам. *Вісник Одеського національного морського університету*. Збірник наукових праць. Одеса: ОНМУ, 2011. № 32. С. 170 – 181. *Фахове видання*.
4. Ковтун Т.А., Болдирева Т.В., Петрова О.С. Системное представление программы реструктуризации транспортного предприятия. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харьков: Технолог. центр, 2011. № 1/6 (49). С. 29 – 31. *Фахове видання, включено до МНБ: BASE, Copernicus, WorldCat, WorldWideScience, Mendelej, CrossRef, American Chemical Society, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, CiteFactor. Автором визначено специфічні особливості проектів реструктуризації*.
5. Ковтун Т.А., Болдирева Т.В., Петрова О.С. Методичний підхід до реструктуризації підприємства. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харьков: Технолог. центр, 2012. № 1/12 (55). С. 31 – 33. *Фахове видання, включено до МНБ: BASE, Copernicus, WorldCat, WorldWideScience, Mendelej, CrossRef, American Chemical Society, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, CiteFactor. Автором розроблено математичну модель формування портфелю проектів підприємства*.
6. Kovtun T. Identification of risk as part of qualitative risk analysis investment project. *Manager Observer*. China, 2015. (1) P. 62 – 64. *Міжнародне фахове видання*.

7. Ковтун Т.А. Ідентифікація ризиків як етап якісного аналізу ризиків інвестиційного проекту. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2015. № 2 (1111). С. 125 – 130. *Фахове видання, включено до МНБ: Directory of Research Journals Indexing (DRJI), WorldCat, Scienctific Indexing Services, Academic Resource Index ResearchBib, BASE.*
8. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Управління інтеграційними ризиками в проектах мультимодальних логістичних комплексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ». 2016. № 2 (1174). С. 26 – 30. *Фахове видання, включено до МНБ: Directory of Research Journals Indexing (DRJI), WorldCat, Scienctific Indexing Services, Academic Resource Index ResearchBib, BASE. Автором визначено інтеграційні ризики проектів об'єктів логістичної інфраструктури.*
9. Ковтун Т.А., Дмитриева Л.В. Реінжиніринг бизнес-процессов с позиций методологии управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. Збірник наукових праць. Випуск 30. Київ: КНУБА, 2017. С. 44 – 49. *Фахове видання, включено до МНБ: База(и): Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Index Copernicus, Google Scholar, Global Serials Directory (ULRICHS )WEB. Автором визначено специфічні особливості проектів реінжинірингу.*
10. Kovtun T., Smokova T. Development of methodical approach to the analysis of integration risks in the project of creation of the logistics center. *Technology audit and production reserves*. 2018. № 3/2 (41). P. 24 – 28. *Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory, OpenAIRE, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), ResearchBib, Directory of Open Access Journals (DOAJ), CrossRef, Directory Indexing of International Research Journals, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Open Academic Journals Index (OAJI), 11 Sherpa/Romeo, Scholar Article Journal Index (SAJI), CNKI Scholar, Microsoft Academic Search, Genamics JournalSeek, Socionet, Zeitschriftendatenbank (ZDB). Автором запропоновано послідовність методичного підходу до аналізу ризиків логістичних об'єктів.*
11. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Застосування інструментарію якісного аналізу ризиків у проекті створення логістичного центру. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. Северодонецьк, 2018. № 2 (243). С. 126 – 131. *Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus. Автором досліджено ризики в проектах створення логістичних об'єктів.*
12. Руденко С.В., Ковтун Т.А. Новый путь решения экологических проблем Китая – создание экологической цивилизации. *Вісник Одеського національного морського університету*. Збірник наукових праць. Одеса: ОНМУ, 2018. № 3 (56). С. 145 – 155. *Фахове видання. Автором проведено аналіз шляхів вирішення екологічних проблем в економіці, що розвивається.*
13. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Аналіз інтеграційного потенціалу учасників проекту логістичного комплексу. *Управління розвитком складних систем*.

- Київ: КНУБА, 2019. № 40. С. 40 – 50. Фахове видання, включено до МНБ: База(u): Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Index Copernicus, Google Scholar, Global Serials Directory (ULRICHS)WEB. Автором визначено склад учасників проекту створення логістичного об'єкту.
14. Ковтун Т.А., Смокова Т.М., Ковтун Д.К. Створення мережі транспортно-логістичних центрів – перспективний шлях розвитку транспортно-логістичної системи України. *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології»*. Вип. 35. Київ: ДУІТ, 2020. С. 156 – 168. Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus, DOAJ, Cite Factor, Google Scholar, Ulrichsweb, OpenAire та Crossref. Автором проведено аналіз стану транспортно-логістичної системи України.
  15. Kovtun T., Smokova T., Smrkovska V. Determination of peculiarities of analysis of integration risks in projects of creation transport and logistics centers. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 2/2 (52). P. 11 – 18. Фахове видання, включено до МНБ: Google Scholar Index Copernicus Ulrichsweb Global Serials Directory Cross Ref Directory of Open Access Journals (DOAJ) Open Academic Journals Index (OAJI) Directory Indexing of International Research Journals (Cite Factor) World Cat Open Access Articles Directory of Research Journals Indexing (DRJI) SHERPA/RoMEO. Автором визначено специфічні особливості проектів логістичних центрів.
  16. Ковтун Т.А., Смирковська В.Ю., Ковтун Д.К. Реверсивна логістика як інструмент екологізації економіки на засадах концепції сталого розвитку. *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології»*. Випуск 36. Київ: ДУІТ, 2020. С. 171 – 183. Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus, DOAJ, Cite Factor, Google Scholar, Ulrichsweb, OpenAire та Crossref. Автором досліджено зв'язок між досягненням цілей сталого розвитку та впровадженням принципів реверсивної логістики.
  17. Ковтун Т.А. Фреймове моделювання продуктів проекту екологістичної системи. *Розвиток транспорту*. Науковий журнал ОНМУ. Випуск 1(6). Одеса, 2020. С. 17 – 29. Фахове видання, включено до МНБ: Crossref, National Library of Ukraine, Google Scholar, Academic Resource Index.
  18. Kovtun T. A model of closed circuits forming in a logistics system with feedback. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. 2020. № 4 (14). С. 113 – 120. Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus International, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, OpenAIRE, BASE, Google Scholar, ROAD, Open Archives Initiative, Vernadsky National Library of Ukraine, EZB Electronic Journals Library, Polska Bibliografia Naukowa, MIAR, Leipzig University Library, World Catalogue of Scientific Journals, Open Catalogue of Scientific Periodicals, Socionet, PKP Index, Scientific Literature Database.
  19. Ковтун Т.А. Логістика ресурсозбереження як інструмент оптимізації поводження з відходами в рамках концепції сталого розвитку. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2020. № 1 (21). С. 79 – 90.

- Фахове видання, включено до МНБ: ERIH PLUS, Scientific Indexing Services, Rootindexing.*
20. Kovtun T., Smrkovska V. Development of a cash flow model for the eco-logistics system. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 6/2 (56). P. 26 – 33. *Фахове видання, включено до МНБ: Google Scholar Index Copernicus Ulrichsweb Global Serials Directory Cross Ref Directory of Open Access Journals (DOAJ) Open Academic Journals Index (OAJI) Directory Indexing of International Research Journals (Cite Factor) World Cat Open Access Articles Directory of Research Journals Indexing (DRJI) SHERPA/RoMEO. Автором проведено формування потоків грошових коштів проекту екологістичної системи.*
  21. Ковтун Т.А. Життєвий цикл та продукти проекту екологістичної системи. *Управління розвитком складних систем*. 2020. № 4 (44). С. 27 – 33. *Фахове видання, включено до МНБ: Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Index Copernicus, Google Scholar, Global Serials Directory (ULRICHS WEB).*
  22. Ковтун Т.А. Формування часових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи. *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2021. № 2 (4). С. 34 – 45. *Фахове видання, включено до МНБ: Index Copernicus (Польща), WorldCat (США), ResearchBib (Японія), Directory of Research Journals Indexing, Directory of Open Access Journals (США), Universal Impact Factor, Scientific Indexing Services, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).*
  23. Ковтун Т.А. Формування грошових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи. *Збірник наукових праць Нац. Ун-ту кораблебудування ім. Макарова*. 2020. № 4. С. 110 – 118. *Фахове видання, включено до МНБ: Crossref, National Library of Ukraine, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine Base.*
  24. Ковтун Т.А. Особливості визначення строку окупності проекту екологістичної системи. *Розвиток транспорту. Науковий журнал ОНМУ*. Випуск 2(7). 2020. С. 30 – 41. *Фахове видання, включено до МНБ: Crossref, National Library of Ukraine, Google Scholar, Academic Resource Index.*
  25. Ковтун Т.А. Екологістична система як результат трансформації світоглядної концепції людства на еколого-орієнтований сталий розвиток. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2020. № 2 (22). С. 7 – 18. *Фахове видання, включено до МНБ: ERIH PLUS, Scientific Indexing Services, Rootindexing.*
  26. Rudenko S., Gogunskii V., Kovtun T., Smrkovska V. Determining the influence of transformation changes in the life cycle on the assessment of effectiveness of an ecologicistic system project. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2021. NO 1/3 (109). P. 6 – 14. *Фахове видання, включено до МНБ: SCOPUS, Index Copernicus, ScienseIndex, DRIVER, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Electronic Journals Library, DOAJ, EBSCO, ResearchBib, American Chemical Society, CrossRef. Автором запропоновано механізм оцінки ефективності проектів екологістичних систем.*

*Колективні монографії*

27. Ковтун Т.А. Сравнительный анализ понятийного аппарата управления проектами и генетики. Колективна монографія. Інноваційні підходи к розвитку менеджмента. Одеса, КУПРИЄНКО СВ, 2015. С. 149 – 160.
28. Ковтун Т.А. Современные подходы к управлению проектами. Менеджмент и юриспруденція. Перспективные тренды развития науки: монографія – Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2016. С. 93 – 113.
29. Ковтун Т. А., Смокова Т. Н. Современная концепция управления интеграционными рисками в проектах логистических систем. Соціальні трансформації: сім'я, шлюб, молодь, середній клас та інноваційний менеджмент у країнах Нового Шовкового Шляху: монографія / Руденко С. В., Чен Гуангжин та ін. Одеса, 2016. С. 95 – 99. *Автором визначено специфіку управління ризиками логістичних систем.*
30. Ковтун Т.А., Коренева А.Ю. Застосування інструментарію сучасного менеджменту в організації діяльності холдингових компаній. Стратегія і організаційна структура. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 1: монографія / С.В. Руденко, І.О. Лапкіна, Т.А. Ковтун, А.В. Бондар, В.Ю. Смирковська та ін. Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2018. С. 44 – 50. *Автором досліджено застосування проектного підходу в управлінні компаніями.*
31. Ковтун Т.А., Дмитрієва Л.В. Реінжиніринг бізнес-процесів з позицій методології проектного менеджменту. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 1: монографія / С.В. Руденко, І.О. Лапкіна, Т.А. Ковтун, А.В. Бондар, В.Ю. Смирковська та ін. Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2018. С. 67 – 73. *Автором досліджено особливості проектів реінжинірингу.*
32. Ковтун Т. А., Смокова Т.М. Інтеграція та інтеграційні ризики в проектах логістичних систем. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 1: монографія / С.В. Руденко, І.О. Лапкіна, Т.А. Ковтун, А.В. Бондар, В.Ю. Смирковська та ін. Одеса: КУПРИЄНКО СВ., 2018. С.140 – 147. *Автором визначено ризики проектів логістичних систем.*
33. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Аналіз ризику розриву інтеграційних зв'язків між учасниками проекту створення логістичного центру. Математичні моделі та новітні технології управління економічними та технічними системами: монографія / за заг. ред. В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченко, Харків: ФОП Панов А. М., 2018. С. 252 – 260. *Автором визначено послідовність аналізу ризиків проектів логістичних об'єктів.*
34. Kovtun T.A., Smokova T.N., Methodology for assessing integration potential of the participants of the transport and logistics center project. Information systems and innovative technologies in project and program management [Text]: Collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. Riga: ISMA, 2019. P. 322 – 330. *Автором запропоновано механізм визначення ризиків в проектах логістичних систем.*



35. Ковтун Т.А., Дмитрієва Л.В. Реінжиніринг як етап життєвого циклу мікрологістичної системи. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 2: монографія / І.О. Лапкіна, В.О. Андрієвська, В.Ю. Смирковська та ін. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. С.153 – 159. *Автором визначено особливості життєвого циклу проектів логістичних систем.*
36. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Інтеграційні ризики проектів створення логістичних центрів. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 2: монографія / І.О. Лапкіна, В.О. Андрієвська, В.Ю. Смирковська та ін. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 213 – 219. *Автором досліджено особливості проектів створення об'єктів логістичної інфраструктури.*
37. Руденко С.В., Ковтун Т.А. Екологізація логістики як напрямок реалізації концепції сталого розвитку. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двох методологій. Том 3: монографія / авт. кол. С.В. Руденко, І.О. Лапкіна та ін. Одеса: КУПРУЄНКО СВ, 2020. С. 7 – 23. *Автором визначено роль екологізації в досягненні цілей сталого розвитку.*
38. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Моделювання множини учасників проекту транспортно-логістичного центру. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двох методологій. Том 3: монографія / авт. кол. С.В. Руденко, І.О. Лапкіна та ін. Одеса: КУПРУЄНКО СВ, 2020. С. 183 – 197. *Автором досліджено середовище реалізації проектів логістичної інфраструктури.*
39. Kovtun T., Smrkovska V. Modeling of ecologically-oriented closed logistics chains. Intelligent computer-integrated information technology in project and program management [Text]: Collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. Riga: ISMA. 2020. С. 79 – 93. *Автором створено модель замкненої екологістичної системи.*

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

40. Ковтун Т.А. Реструктуризация как инструмент повышения конкурентоспособности предприятий морского транспорта. Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні порти – проблеми та рішення». Одеса – Польща – Німеччина. ОНМУ, 26 квітня – 3 травня 2012 р. С. 59 – 61.
41. Ковтун Т.А. Особливості класифікації ризиків проектів транспортних підприємств. Тези доповідей Професорсько-викладацької науково-технічна конференція. Одеса: ОНМУ, 14 – 16 травня 2013 р. С. 28 – 29.
42. Ковтун Т.А., Смокова Т.Н. Моделирование интеграционных связей участников проекта создания мультимодального комплекса. Управління проектами у розвитку суспільства. Тези доповідей IX Міжнародної конференції, 17 – 18 травня 2013 р. Київ: КНУБА, 2013. С. 117 – 119.
43. Ковтун Т.А., Адамчук М.В. Analysis and classification of marine accidents in the area of responsibility of Ukraine. I міжнародний семінар «Black Sea accidents –

- analysis of reasons and consequences» Морський університет, Констанца, Румунія, 6 – 9 лютого 2014 р. С. 129 – 136, Р. 303 – 311.
44. Kovtun T. System approach to qualitative analysis of project risks. Final Conference «Risk manager and assessment for prevention of ecological and technological risk in the Black Sea basin», Burgas, Bulgaria, 9 – 12 July 2015 р. Р. 103 – 107.
  45. Ковтун Т.А., Коренева А.Ю. Особенности организации проектно-ориентированного управления холдингом. Тези доповідей XII Міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Київ: КНУБА, 21 – 23 травня 2015 р. С. 130 – 131.
  46. Ковтун Т.А. Системний підхід до ідентифікації проектних ризиків. Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». Київ (Миколаїв), 15 – 18 вересня 2015 р. С. 67 – 69.
  47. Руденко С.В., Ковтун Т.А. Проектный подход к управлению логистическими системами. Тези доповідей XIII Міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Київ, 13 – 14 травня 2016 р. С. 217 – 219.
  48. Ковтун Т.А. Екологістика як інструмент впровадження концепції сталого розвитку в Україні. Тези доповідей II Міжнародної наукової конференції «Соціальні трансформації: сім'я, шлюб, молодь, транспорт та інноваційний менеджмент у країнах нового шовкового шляху». Одеса, 24 – 26 квітня 2017 р. С. 40 – 42.
  49. Дмитриева Л.В., Ковтун Т.А. Реинжиниринг как инструмент управления компаниями с позиций проектного подхода. Тези доповідей XIV Міжнародної конференції «Розвиток компетенцій проектного управління в умовах кризи». Київ, 19 – 20 травня 2017 р. С. 87 – 89.
  50. Ковтун Т. А., Смокова Т. М. Застосування інструментарію якісного аналізу для оцінки інтеграційних ризиків проекту створення мультимодального логістичного комплексу. Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки: Зб. матеріалів XV Міжн. наук.-практ. конф. Київ, 18 – 19 травня 2018 р. С.107 – 108.
  51. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Якісний аналіз інтеграційних ризиків створення логістичного центру. Збірник наукових праць VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Транспорт і логістика: проблеми та рішення». Одеса, 23 – 25 травня 2018 р. С. 269 – 271.
  52. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Якісний аналіз ризику розриву інтеграційних зв'язків між учасниками проекту створення логістичного центру. Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП – 2018). Праці Міжн. наук.-практ. конф. Коблево, Харків: ХНУРЕ, 10 – 14 вересня 2018 р. С. 75 – 78.
  53. Гловацька С.М., Ковтун Т.А., Ма Фен. Проект нового шовкового шляху як перспектива розширення міжнародного наукового співробітництва ВНЗ України та Китаю. Тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». Миколаїв: НУК, 12 – 15 вересня 2017. С. 23–25.

54. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Визначення інтеграційного потенціалу учасників проекту створення логістичного центру. Управління проектами у розвитку суспільства. Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: КНУБА, 17 – 18 травня 2019 р. С. 124 – 126.
55. Kovtun T.A., Dmytriieva L.V. Life cycle reengineering phase. Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2019)». Харків: ХНУРЕ, 9 – 13 вересня 2019 р. С.49 – 50.
56. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Матриця інтеграційного потенціалу учасників проекту транспортно-логістичного центру. Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2019)», Харків: ХНУРЕ, 9 – 13 вересня 2019 р. С. 78 – 80.
57. Ковтун Т.А., Дмитрієва Л.В. Обґрунтування застосування проектного підходу до логістичного менеджменту. Project, Program, Portfolio Management. РЗМ: Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції: [у 2т.]. Том 1. Одеса, 6 – 7 грудня 2019 р. С. 170 – 180.
58. Ковтун Т.А. Життєвий цикл проекту в рамках бізнес-моделі циркулярної економіки. Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XVI Міжнар. науково-практичної конференції. Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК), 8 – 11 вересня 2020 р. С. 47 – 50.
59. Ковтун Т.А. Підходи до моделювання екологістичних ланцюгів. Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами» (ММП-2020). Харків: ХНУРЕ, 14 – 18 вересня 2020 р. С.71 – 74.

*Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

60. Ковтун Т.А., Коренева А.Ю. Модель життєвого циклу проекту створення холдингової компанії. Сборник научных трудов SWORD. Вып. 4(37). Том 10. Иваново: МАРКОВА АД, 2014. С. 83 – 86.
61. Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Формування складу учасників проекту створення транспортно-логістичного центру. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. № 2 С. 32 – 42. *Автором визначено специфічні особливості проектів логістичних об'єктів.*
62. Ковтун Т.А. Визначення ролі екологізації в досягненні цілей сталого розвитку. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2020. № 2 (71). С. 63 – 81. *Видання включено до МНБ: Google Scholar, Index Copernicus International, Academic resource index. Research Bible, CrossRef, UlrichsWeb Global Serials Directory, Directory of Open Access Journals.*

63. Ковтун Т.А. Впровадження принципів циркулярної економіки для досягнення цілей сталого розвитку. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2020. № 3 (72). С. 22 – 42. *Видання включено до МНБ: Google Scholar, Index Copernicus International, Academic resource index. Research Bible, CrossRef, UlrichsWeb Global Serials Directory, Directory of Open Access Journals.*
64. Ковтун Т.А. Формування матеріальних потоків в логістичній системі зі зворотним зв'язком. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2020. № 4 (73). С. 31 – 44. *Видання включено до МНБ: Google Scholar, Index Copernicus International, Academic resource index. Research Bible, CrossRef, UlrichsWeb Global Serials Directory, Directory of Open Access Journals.*

## АНОТАЦІЯ

**Ковтун Тетяна Антонівна. Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем.** – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами. – Одеський національний морський університет, Одеса, 2021.

У дисертаційній роботі за результатами проведеного дослідження вирішена науково-прикладна проблема підвищення ефективності управління проектами екологістичних систем завдяки застосуванню моделей, методів та механізмів, що формують нову методологію конвергентного управління проектами, яка базується на конвергенції цінностей, систем, методологій та підходів і сприятиме досягненню екологічних цілей сталого розвитку.

В дисертації визначено трансформаційні зміни в управлінні екологістичними системами та їх проектами, спричинені зміною світоглядної парадигми людства; визначено особливості формування часових та грошових характеристик проектів екологістичних систем та проведено оцінку ефективності проекту з їх урахуванням; розроблено моделі збалансованого управління ресурсами стаціонарного стану та траєкторії розвитку проектів екологістичних систем.

**Ключові слова:** конвергентне управління, проект екологістичної системи, життєвий цикл проекту, продукти проекту, ресурсний баланс, еколого-економічна цінність.

## ABSTRACT

**Kovtun Tetiana Antonivna. Methodology of convergent project management of eco-logistic systems.** – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the doctor of technical sciences in the specialty 05.13.22 – Project and Program Management. – Odessa National Maritime University, Odessa, 2021.

The dissertation is devoted to the elaboration of a new methodology of convergent project management which is based on convergence of values, systems, methodologies and approaches and will promote achievement of ecological purposes sustainable development.

In the dissertation transformational the changes in the management of eco-logistic systems and their projects, caused by changes in the worldview paradigm of mankind, are defined; features of formation of time and monetary characteristics of eco-logistic system projects are defined and the estimation of project efficiency was evaluated taking into account them; models of balanced resource management of the stationary state of the project and model of eco-logistic system project development trajectory formation have been developed.

**Key words:** convergent management, project of eco-logistic system, project life cycle, project products, resource balance, ecological and economic value.

## АННОТАЦИЯ

**Ковтун Татьяна Антоновна. Методология конвергентного управления проектами экологистических систем.** – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.22 – Управление проектами и программами. – Одесский национальный морской университет, Одесса, 2021.

В диссертационной работе по результатам проведенного исследования решена научно-прикладная проблема повышения эффективности управления проектами экологистических систем благодаря применению моделей, методов и механизмов, формирующих новую методологию конвергентного управления проектами.

Объектом исследования являются процессы конвергентного управления проектами экологистических систем.

Предметом исследования являются методология, модели, методы и механизмы конвергентного управления проектами экологистических систем.

Гипотеза исследования заключается в целесообразности разработки и применения методологии конвергентного управления проектами экологистических систем, что будет способствовать достижению экологических целей устойчивого развития.

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы по полученным научным и практическим результатам:

Обоснована целесообразность применения конвергентного управления проектами экологистических систем, которое заключается в конвергенции ценностей, систем, методологий и подходов. Конвергенция экономических и экологических ценностей обусловлена изменениями в мировоззрении человечества с потребительского отношения к природе на эколого-ориентированное развитие, отвечающий целям Концепции устойчивого развития. Конвергенция систем заключается в создании эколого-ориентированных экономических систем, к которым относятся экологистические системы. Управление экологистическими системами базируется на конвергенции методологий проектного, логистического и

экологического управления, а также конвергенции общих управленческих и научно-естественных подходов.

Определены специфические особенности экологистических систем. Разработаны концептуальная и математическая модели экологистической системы. Благодаря использованию предложенной математической модели возможно решить задачу оптимизации обратных рециклингово-утилизационных материальных потоков в логистической системе. Представлена концептуальная модель жизненного цикла проекта экологистической системы, в состав которого входят дополнительные эколого-ориентированные регенеративная и ревитализационная фазы.

Разработаны модели и методы организации конвергентного управления проектами экологистических систем: метод управления конфигурацией продуктов фаз проекта экологистической системы, модель управления содержанием продукта и организационные структуры управления экологистическими системами. Метод управления конфигурацией включает этапы: спецификацию параметров продуктов, кластеризации продуктов, структуризацию кластеров и идентификацию продуктов проекта.

Предложена классификация проектов экологистических систем, которая учитывает трансформационные изменения в проектах, вызванные необходимостью учета экологических аспектов в проектной деятельности. Представлены многомерные организационные структуры конвергентного управления проектами экологистических систем.

Определены особенности формирования временных характеристик проектов экологистических систем. Установлена зависимость между временными характеристиками проекта и формированием денежных потоков в течении жизненного цикла проекта. В зависимости от условия определения продолжительности жизненного цикла, предложены компенсационные механизмы для стабилизации временных и денежных характеристик проекта. Предложена расчетная формула для определения дисконтированного срока окупаемости, учитывающая потоки денежных средств эколого-ориентированных фаз жизненного цикла. Определены функциональные зависимости дисконтированного срока окупаемости проекта от потоков денежных средств различных фаз жизненного цикла проекта.

Разработаны модели сбалансированного управления ресурсами проектов экологистических систем. Математическая модель метаболизма стационарного состояния проекта позволяет осуществлять устойчивое управление ресурсами на различных этапах жизненного цикла проекта экологистической системы. Математическая модель траектории развития проекта экологистической системы с учетом неопределенности условий реализации проекта позволяет построить траекторию развития проекта, благодаря применению которой достигается максимальное значение эколого-экономической ценности проекта.

**Ключевые слова:** конвергентное управление, проект экологистической системы, жизненный цикл проекта, продукты проекта, ресурсный баланс, эколого-экономическая ценность.

Підписано до друку 02.04.2021. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний: Друк різнографічний. Обс.-вид.арк.0,9  
Тираж 100 прим. Зам. №137.  
Віддруковано в копіривальному центрі «Магістр»  
м. Одеса, вул. Мечнікова, 36  
тел.: 32-19-82  
Свідоцтво про реєстрацію № 2670316784 від 16.02.2000 р.