

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

КОВТУН ТЕТЯНА АНТОНІВНА

УДК 005.8:164:574

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**МЕТОДОЛОГІЯ КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ**  
**ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ**

05.13.22 – Управління проектами та програмами

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела

\_\_\_\_\_ Т.А. Ковтун

Науковий консультант:  
доктор технічних наук, професор С.В. Руденко

*Перший примірник дисертації є ідентичним за змістом  
зі всіма іншими примірниками*

*Вчений секретар \_\_\_\_\_ О.Л. Дрожжин*

Одеса – 2021

## 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 фахом 05.13.22 – Управління проектами та програмами. – Одеський національний морський університет Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2021.

В 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.

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.

Актуальність теми дисертаційного дослідження обґрунтовується тим, що 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 негативно вплинуло на стан навколишнього середовища та поставило під загрозу стабільність екосистеми планети та виживання багатьох біологічних видів флори та фауни. Виходом з ситуації, що склалася, є впровадження Концепції сталого розвитку, яка стала природньою реакцією світової спільноти на

існуючі виклики й була визнана стратегією розвитку людства, орієнтованою на досягнення балансу економічних, екологічних та соціальних факторів у всіх сферах життя людини.

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.

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.

Методологічну базу дисертаційного дослідження становлять положення методологій проектного, логістичного та екологічного управління, які використовувались на всіх етапах роботи.

В дисертаційній роботі обґрунтовано доцільність застосування конвергентного управління проектами екологістичних систем, яке полягає в конвергенції цінностей, систем, методологій і підходів. Конвергенція економічних і 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. Управління екологістичними системами базується на конвергенції методологій проектного, логістичного та екологічного управління, а також конвергенції загально-управлінських і науково-природничих підходів.

Досягнення цілей сталого розвитку можливо завдяки зміні лінійної моделі економіки на циркулярну, яка спрямована на підтримку цінності

продуктів, матеріалів і ресурсів протягом якомога довшого часу шляхом їх повернення в виробничий цикл при мінімізації утворення відходів, тобто зменшує екодеструктивний вплив на довкілля.

Визначено специфічні особливості проектів екологістичних систем, які являються інструментом впровадження принципів циркулярної економіки задля досягнення цілей сталого розвитку. Розроблено концептуальну модель екологістичної системи, яка включає прямий та зворотний (рециклінго-утилізаційний) матеріальні потоки, учасників та циркулярні процеси, властиві моделі циркулярної економіки. Розроблено математичну модель екологістичної системи, завдяки використанню якої можливо вирішити завдання оптимізації зворотних рециклінгово-утилізаційних матеріальних потоків в екологістичній системі, що дозволить досягти максимального значення сумарних грошових потоків від впровадження циркулярних процесів та розподілу матеріальних потоків.

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.

Розроблено моделі та методи організації конвергентного управління проектами екологістичних систем. Представлено метод управління конфігурацією продуктів проекту екологістичної системи, який 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 життєвого циклу параметрів. Кластеризація продуктів передбачає створення інформаційних моделей кластерів продуктів, які містять

інформацію про множину продуктів фаз життєвого циклу проекту, що мають близькі значення параметрів. Структуризація кластерів продуктів призводить до створення мережі кластерів продуктів проекту, що дозволяє відобразити нечітко виражені зв'язки між продуктами та створити потенційну множину ланцюгів продуктів фаз життєвого циклу проекту. Ідентифікація продуктів враховує невизначеність умов реалізації проекту та показує відповідність конкретного продукту певному кластеру, полягає в формуванні реального ланцюгу продуктів фаз життєвого циклу проекту екологістичної системи.

Запропоновано класифікацію проектів екологістичних систем. В якості базової класифікаційної ознаки застосовано причину реалізації або призначення проекту: створення, розвиток або функціонування екологістичної системи. Проекти створення екологістичних систем класифікують за продуктом, що утворюється. Проекти розвитку класифікують в залежності від об'єкту чи суб'єкту управління, виду та типу розвитку тощо. Проекти функціонування включають проекти створення екологістичного продукту.

Представлено багатомірні моделі організаційних структур управління проектами мікро-екологістичних систем, які утворюються в результаті комбінації типів організаційних структур, що застосовуються в сучасному проектному, логістичному та екологічному управлінні: матрично-дивізіональна, матрично-функціональна, багатомірна (тривимірна) матриця. При лінійній організації конвергентного управління мезо- та макро-екологістичними системами проектний офіс створюється на рівні управляючої компанії – логістичного оператора. При цьому організаційні структури проектного управління ланок логістичного ланцюга можуть бути представлені любым типом з вище описаних структур: матрично-функціональною, матрично-дивізіональною або багатомірною матрицею.

Визначено особливості формування часових та грошових характеристик проектів екологістичних систем. Встановлено залежність між часовими характеристиками проекту і формуванням грошових потоків протягом життєвого циклу проекту. Запропоновано метод визначення дисконтованого

строку окупності, що враховує потоки грошових коштів еколого-орієнтованих фаз життєвого циклу в детермінованих та невизначених умовах. Визначено функціональні залежності дисконтованого строку окупності проекту від потоків грошових коштів різних фаз життєвого циклу проекту.

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 з урахуванням корисного ресурсоспоживання як на рівні первинних, так і вторинних ресурсів. Математична модель траєкторії розвитку проекту дозволяє побудувати траєкторію розвитку проекту, яка відповідає максимальному значенню еколого-економічної цінності проекту в детермінованих та невизначених умовах.

Достовірність розроблених моделей, методів і механізмів, які формують методологію конвергентного управління проектами екологістичних систем підтверджено експериментальними розрахунками і результатами практичного впровадження на базі ПП «КОНКРІТ ГРУП», ТОВ «Міжнародні транспортні рішення», ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС КТТ», в навчальному процесі ОНМУ та Інституту сучасного управління та бізнесу ТОВ «ІНМАР-КОМ», 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».

*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.

In the dissertation work on the results of the research the scientific and applied problem of management efficiency increase of eco-logistic systems projects by application of models, methods and the mechanisms forming new methodology of convergent project management is solved.

The object of the research is the processes of convergent eco-logistic systems project management of the eco-logistic systems. The subject of the research is methodologies, models, methods and mechanisms of convergent management in eco-logistic systems projects.

The research hypothesis is the feasibility of developing and applying a methodology for convergent management of eco-logistic systems projects, which will contribute to the achievement of environmental goals of sustainable development.

The relevance of the dissertation research is justified by the fact that the man-made type of economy created in recent centuries has led to an ecological crisis, as it was unable to ensure balanced civilization without harming the environment. High growth rates of material production led to a sharp increase in anthropogenic pressure on the environment, which negatively affected the environment and threatened the stability of the planet's ecosystem and the survival of many species of flora and fauna. The way out of this situation is the implementation of the Concept of Sustainable Development, which has become a natural response of the world community to existing challenges and was recognized as a human development

strategy aimed at achieving a balance of economic, environment and social factors in all spheres of human life.

The dissertation research corresponds to the global goals of sustainable development to 2030 proclaimed by the resolution of the United Nations General Assembly of September 25, 2015 № 70/1 and the results of their adaptation taking into account the specifics of Ukraine's development set out in the National Report «Sustainable Development Goals: Ukraine», conducted in accordance with the scientific research in ONMU.

The main result of the dissertation research is the creation of a new methodology of eco-logistic systems convergent project management, which allows to increase the efficiency of project management through the use of models, methods and mechanisms based on convergence of values, systems, methodologies and approaches.

The methodological basis of the dissertation research is the provisions of the methodologies of project, logistics and environmental management, which were used at all stages of work.

In the dissertation work the expediency of convergent management application of eco-logistic systems projects which consists in convergence of values, systems, methodologies and approaches is substantiated. The convergence of economic and ecological values is due to changes in the worldview of mankind from consumer attitudes to nature to environmentally-oriented development, which meets the goals of the sustainable development concept. Convergence of systems is to create environmentally-oriented economic systems, which include eco-logistic systems. Management of eco-logistic systems is based on the convergence of project, logistics and environmental management methodologies, as well as the convergence of management and natural approaches.

Achieving sustainable development goals is possible by changing the linear model of the economy to a circular one, which aims to maintain the value of products, materials and resources for as long as possible by returning them to the



production cycle while minimizing waste generation, that is, it reduces the eco-destructive impact on the environment.

The specific features of eco-logistic systems projects, which are a tool for implementing the principles of circular economy in order to achieve sustainable development goals, are identified. A conceptual model of the eco-logistic system has been developed, which includes direct and reverse (recycling and utilization) material flows, participants and circular processes inherent in the model of circular economy. A mathematical model of the eco-logistic system has been developed, thanks to which it is possible to solve the problem of optimization of reverse recycling and utilization of material flows in the eco-logistic system, which will achieve the maximum value of total cash flows from circular processes and distribution of material flows.

The conceptual model of the eco-logistic system project life cycle is presented, which includes traditional pre-investment, investment, operational and ecologically-oriented regenerative and revitalization phases. The phases of the eco-logistic system project life cycle can proceed both sequentially and overlap, and are divided into stages, during which intermediate results are generated – the products of the project stages.

Models and methods of convergent management of eco-logistic systems projects organization are developed. The method of product configuration management of the eco-logistic system project is presented, which includes stages: specification of product parameters, product clustering, cluster structuring and project product identification. The specification of product parameters is to create descriptive frame models of products that reflect the set of parameters required to characterize the product phase of the project life cycle. Product clustering involves the creation of product clusters information models that contain information about the set of products of the project life cycle phases that have similar parameter values. Structuring product clusters leads to the creation of a network of project product clusters, which allows you to display vague links between products and create a potential set of product chains of the project life cycle phases. Product identification

takes into account the uncertainty of the project implementation conditions and shows the compliance of a particular product to a particular cluster, is the formation of a real chain of the life cycle phases products of the eco-logistic system project.

The classification of eco-logistic systems projects is offered. The reason for the implementation or purpose of the project was used as a basic classification criterion: the creation, development or operation of an eco-logistic system. Projects of eco-logistic system's creation are classified on the formed product. Development projects are classified according to the object or subject of management, kind and type of development, etc. Operational projects include projects to create an eco-logistic product.

Multidimensional models of organizational structures of project management in micro- eco-logistic systems are presented, they are formed as a result of a combination of organizational structures types used in modern project, logistics and environmental management: matrix-divisional, matrix-functional, multidimensional (three-dimensional) matrix. With the linear organization of convergent management of meso- and macro- eco-logistic systems, the project office is created at the level of the management company – the logistics operator. Thus, organizational structures of project management in links of a logistic chain can be presented by any type from above-described structures: matrix-functional, matrix-divisional or multidimensional matrix.

Peculiarities of time and money characteristics formation in eco-logistic systems projects are determined. The relationship between the time characteristics of the project and the formation of cash flows during the life cycle of the project. A method for determining the discounted payback period is proposed, which takes into account cash flows of ecologically-oriented phases of the life cycle in deterministic and uncertain conditions. The functional dependences of the discounted payback period of the project on the cash flows of different phases of the project life cycle are determined.

Models of balanced management of resources of eco-logistic systems projects are developed. The mathematical model of steady state metabolism of the project

allows for balanced resource management at different stages of the project life cycle, taking into account the useful resource consumption at the level of both primary and secondary resources. The mathematical model of the project development trajectory allows to build a project development trajectory that corresponds to the maximum value of the ecological and economic value of the project in deterministic and uncertain conditions.

The reliability of the developed models, methods and mechanisms that form the methodology of convergent management of eco-logistic systems projects is confirmed by experimental calculations and results of practical implementation on the basis of PE «CONCRETE GROUP», LLC «International Transport Solutions», LLC «TRANS-SERVICE KTN» and the Institute of Modern Management and Business LLC «INMAR-COM», in the International scientific project 2.2.1.73194.264 «Establishment of an interuniversity center for assessment and management of environmental and technological risks in the Black Sea» and the international project «DIONYSUS» DTP3-576-3.1 «Integration of the Danube region into smart and sustainable, mixed and combined transport chains».

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

## **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, Mendeley, 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, Mendeley, 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 «ХПИ»*. 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, Sciencetific 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, Sciencetific Indexing Services, Academic Resource Index ResearchBib, BASE.* Автором визначено інтеграційні ризики проектів об'єктів логістичної інфраструктури.
  9. Ковтун Т.А., Дмитриева Л.В. Реинжиниринг бизнес-процессов с позиций методологии управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. Збірник наукових праць. Вип. 30. Київ : КНУБА, 2017. С. 44–49. Фахове видання, включено до МНБ: *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. Сєверодонецьк, 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: 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»*. Вип. 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. Вип. 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. Вип. 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. *Инновационные подходы к развитию менеджмента : монографія*. Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2015. С. 149–160.

28. Ковтун Т.А. Современные подходы к управлению проектами. Менеджмент и юриспруденція. Перспективные тренды развития науки : монография. Одесса : КУПРИЕНКО 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. та ін. Одеса, 2016. С. 95–99. *Автором визначено специфіку управління ризиками логістичних систем.*
30. Ковтун Т.А., Коренєва А.Ю. Застосування інструментарію сучасного менеджменту в організації діяльності холдингових компаній. Стратегія і організаційна структура. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двохметодологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко 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 двохметодологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко 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. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко 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 : 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. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна 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. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна 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. Т. 3 : монографія / С.В. Руденко 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. Т. 3 : монографія / С.В. Руденко 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 : 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. Особенности классификации рисков проектов транспортных предприятий. Тези доповідей Професорсько-викладацької науково-технічної конференції. 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 конференція «*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., Dmytriiieva 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.]. Т. 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 жизненного цикла проекта создания холдинговой компании. Сборник научных трудов SWORD. Вып. 4 (37). Т. 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.*



**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

*ЕЛС* – екологістична система

*ЕЛП* – екологістичний продукт

*ЕС* – екологічна система

*ЖЦ* – життєвий цикл

*ЛЛ* – логістичний ланцюг

*ЛП* – логістичний продукт

*ЛС* – логістична система

*ПД* – проектна документація

*СУ* – система управління

*ДРР* – дисконтований строк окупності

*ЕЕV* – еколого-економічна цінність

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	25
ВСТУП.....	29
РОЗДІЛ 1 НАУКОВИЙ БАЗИС КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....	37
1.1 Визначення ролі конвергенції цінностей в досягненні цілей сталого розвитку.....	37
1.2 Використання циркулярної моделі економіки задля досягнення цілей сталого розвитку.....	54
1.3 Обґрунтування конвергенції методологій логістичного, екологічного та проектного управління в проектах екологістичних систем.....	65
1.4 Обґрунтування конвергенції наукових підходів в управлінні проектами екологістичних систем.....	81
1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдання дослідження...	92
1.6 Список використаних джерел до розділу 1.....	94
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ЯВИЩА В УПРАВЛІННІ ЕКОЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ ТА ЇХ ПРОЕКТАМИ.....	120
2.1 Визначення специфічних особливостей проектів екологістичних систем.....	120
2.2 Моделювання екологістичної системи як інструменту конвергентного управління в моделі циркулярної економіки.....	130
2.3 Характеристика екологістичного продукту як результату конвергентного управління екологістичною системою.....	145
2.4 Розробка трансформаційної моделі життєвого циклу проекту екологістичної системи.....	151
2.5 Висновки до розділу 2.....	159

2.6 Список використаних джерел до розділу 2.....	160
<b>РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ</b>	
<b>ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>170</b>
3.1 Формування змісту продуктів проекту екологістичної системи	170
3.2 Формування конфігурації продуктів проекту екологістичної системи.....	181
3.3 Класифікація проектів екологістичних систем.....	195
3.4 Організаційні структури управління екологістичними проектами.....	206
3.5 Висновки до розділу 3.....	220
3.6 Список використаних джерел до розділу 3.....	221
<b>РОЗДІЛ 4 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЧАСОВИМИ ТА ГРОШОВИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЕКТІВ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	
<b>ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>229</b>
4.1 Формування часових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи.....	229
4.2 Формування грошових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи.....	248
4.3 Оцінка ефективності проекту екологістичної системи.....	257
4.4 Визначення впливу грошових параметрів на ефективність проекту екологістичної системи .....	270
4.5 Висновки до розділу 4.....	273
4.6 Список використаних джерел до розділу 4.....	274
<b>РОЗДІЛ 5 МОДЕЛІ ЗБАЛАНСОВАНОГО УПРАВЛІННЯ</b>	
<b>РЕСУРСАМИ В ПРОЕКТАХ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>278</b>
5.1 Модель метаболізму стаціонарного стану проекту екологістичної системи.....	278
5.2 Визначення еколого-економічної цінності проекту екологістичної системи.....	292

5.3 Формування траєкторії розвитку проекту екологістичної системи.....	321
5.4 Висновки до розділу 5.....	327
5.5 Список використаних джерел до розділу 5.....	328
РОЗДІЛ 6 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ.....	332
6.1 Експериментальні розрахунки щодо моделювання екологістичної системи.....	332
6.2 Експериментальні розрахунки щодо створення конфігурації продуктів проекту.....	340
6.3 Експериментальні розрахунки щодо оцінки ефективності проекту екологістичної системи в умовах невизначеності.....	352
6.4 Експериментальні розрахунки щодо формування траєкторії розвитку проекту екологістичної системи.....	360
6.5 Висновки до розділу 6.....	366
6.6 Список використаних джерел для розділу 6.....	367
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	369
ДОДАТОК А.....	373
ДОДАТОК Б.....	378
ДОДАТОК В.....	391

## ВСТУП

**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 використання 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 звернулась 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. Рибака, 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 сформулювати 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 проєкті 2.2.1.73194.264 «Створення міжуніверситетського центру з оцінки та управління екологічними та технологічними ризиками на Чорному морі» й міжнародному проєкті «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 проєктами 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: IV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні порти – проблеми та рішення» (Одеса – Польща – Німеччина, 2012 р.), професорсько-викладацькій науково-технічній конференції ОНМУ (м. Одеса, 2013 р.), IX, XII, XIII, XVI Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, 2013, 2015, 2016, 2019 р.), I міжнародному семінарі «Black Sea accidents – analysis of reasons and consequences» (Румунія, м. Констанца, 2014 р.), XI, XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проєктами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2015, 2017, 2020 р.), Final Conference «Risc manager and

assessment for prevention of ecological and technological risk in the Black Sea basin» (Bulgaria, Burgas, 2015 p.); II Міжнародній науковій конференції «Соціальні трансформації: сім'я, шлюб, молодь, транспорт та інноваційний менеджмент у країнах нового шовкового шляху» (м. Одеса, 2017 p.), XIV Міжнародній конференції «Розвиток компетенцій проектного управління в умовах кризи» (м. Київ, 2017 p.), XV Міжнародній конференції «Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки» (м. Київ, 2018 p.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Транспорт і логістика: проблеми та рішення» (м. Одеса, 2018 p.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Project, Program, Portfolio Management. РЗМ» (м. Одеса, 2019 p.), Міжнародній науково-практичній конференції «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами» (м. Харків, 2018, 2019, 2020).

**Публікації.** Основні наукові положення і результати дисертації опубліковані в 64 працях, з них 26 – у вітчизняних наукових фахових виданнях 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.

# РОЗДІЛ 1

## НАУКОВИЙ БАЗИС КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

### 1.1 **Визначення ролі конвергенції цінностей в досягненні цілей сталого розвитку**

Сталий розвиток на сьогоднішній день є однією з найважливіших, невідкладних і всеосяжних проблем, від якої залежить майбутнє людства та життя на планеті в цілому. Великі темпи зростання обсягів матеріального виробництва і чисельності населення, які були визначальними факторами цивілізаційного розвитку впродовж останніх років, обумовили різке збільшення антропогенного навантаження на довкілля.

Вся історія людства характеризується безперервним зростанням масштабів споживання природних ресурсів. Сучасне виробництво залучає стільки ресурсів, скільки їх було використано за всі попередні тисячоліття. Кожні 10 років подвоюється видобування і споживання мінеральних ресурсів, кожні 12 років – енергетичні потужності, кожні 15 років – обсяги промислової продукції, кількість техніки збільшується вдвічі швидше зростання чисельності населення [1.1]. В результаті виникла глобальна екологічна криза, що проявляється як напружений стан взаємовідносин між людиною і природою та характеризується невідповідністю розвитку продуктивних сил і виробничих відносин ресурсо-екологічним можливостям біосфери [1.2].

Не дивлячись на величезні масштаби шкоди, яку людство наносить своїми діями біосфері, на початку XXI століття економічний розвиток в основному продовжує базуватися на подальшому екстенсивному використанні природних ресурсів. Загалом зростання світової економіки становить приблизно 3% на рік, а темпи зростання продуктивності живої речовини планети менше 1% за той же період [1.3]. Тобто спостерігається трикратний дисбаланс між технічним та природним ростом.

Сьогодні біосфера не в змозі боротися з наслідками людської діяльності, в ній почалися незворотні зміни. Сучасні системні дослідження показують, що природний асиміляційний потенціал вже не забезпечує відновлення статус-кво природного середовища – у багатьох структурних компонентах екосистем почалися суттєві та незворотні в досяжній перспективі зміни.

Для зниження навантаження від людської діяльності на навколишнє середовище потрібна зміна техногенного типу цивілізаційного розвитку на іншу парадигму. Проблема майбутнього людства загалом вийшла на передній край наукового пошуку і суспільної свідомості загалом.

Починаючи з другої половини ХХ століття відбувається інтенсивний пошук нової стратегії виживання людства в умовах обмеженості природних ресурсів і погіршення природних умов існування. Виходом з ситуації, що склалася, визнано застосування концепції сталого розвитку, яка є природньою реакцією світової спільноти на існуючі загрози та передбачає гармонійне співіснування природи і суспільства, що потребує врахування екологічних і соціальних факторів у всіх сферах життя людини і, перш за все, при здійсненні господарської діяльності.

Концепція сталого розвитку була прийнята в 1992 році в Ріо-де-Жанейро на Конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку, в якій прийняли участь уряди та експерти 179 країн, а також представники багатьох неурядових організацій, наукових та ділових кіл [1.4]. На конференції було прийнято ряд важливих документів, що визначають стратегію розвитку людства на засадах сталого розвитку, в тому числі «Порядок денний на ХХІ століття» («*Agenda 21*») [1.5], орієнтований на підготовку світової спільноти до рішення еколого-економічних і соціально-економічних проблем близького майбутнього [1.4], в якому сформульовано *поняття сталого розвитку як такого, що задовольняє потреби теперішнього часу, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби* [1.6].

Концепцію сталого розвитку знедавна впроваджує Україна. Так, сталий розвиток визначений в «Державній стратегії регіонального розвитку на період

до 2027 року», як такий, при якому «потреби сучасного покоління можна задовольнити, не зменшуючи майбутніх можливостей поколінь, формуючи взаємозв'язок між конкурентоспроможністю економіки та турботою про навколишнє середовище та якість життя» [1.7].

Сьогодні вже існують численні напрацювання науковців, які є базою для формування науково-методологічних основ теорії сталого розвитку. Значний внесок у вивчення теоретичних і практичних аспектів сталого розвитку внесли такі вчені, як: Г. Дейлі, І. Гуйт, А. Девід, В. Гальперін, В. Геєць, Д. Гільдер, К. Гофман, А. Гранберг, К. Ерроу, Я. Жаліло, С. Монфред, Л. Оністо, А. Аتكіссон, Б.В. Буркинський, В.Н. Степанов, С.К. Харичков, А.Б. Вебер, Б.М. Данілишин, С.І. Дорогунцов, Дж. М. Майєр, Дж. Е. Раух, А. Філіпенко, Л.Г. Мельников, Л. Хенс тощо.

Вплинули на становлення концепції сталого розвитку видатні українські вчені С.А. Подолинський і В.І. Вернадський. Саме праці С.А. Подолинського [1.8] стали основою нової економічної теорії, що розглядається під кутом енергетичних процесів. Його ідеї пізніше розвинув В.І. Вернадський у вченні про біосферу та ноосферу [1.9].

Сутність концепції сталого розвитку покладена в тріаді його головних аспектів: економічного, соціального та екологічного. Серед існуючих підходів щодо впровадження ідей сталого розвитку найбільш відома діаграма Вєнна, запропонована Едвардом Барбієром в 1987 році [1.10], яка відображає *конвергенцію* (зближення) економічної, екологічної та соціальної складової життєдіяльності людства в концепції сталого розвитку.

*Конвергенція* (від лат. *con* – разом, *vergere* – напрямом, прагнення) – процес, зближення, сходження властивостей, ознак, що виникає в результаті еволюції в явищах, між собою не пов'язаних, незалежних [1.11]. Термін є уживаним в різних науках, зокрема: економіці, біології, політології, мовознавстві тощо.

Наприклад, в біології конвергенція – це поява в неспоріднених організмах подібних ознак, що виникають внаслідок пристосування цих

організмів до однакових умов життя; в лінгвістиці конвергенція – це збіг двох або кількох фонем в одному звуці в результаті історичного розвитку фонетичної системи мови [1.11]; в економіці конвергенція – це поступове зближення з точки зору доходу на душу населення багатих країн та таких, що розвиваються [1.12].

Концепція сталого розвитку побудована на *конвергенції світоглядних цінностей людства*, які відображають різні аспекти цивілізаційного розвитку, а саме економічну, соціальну та екологічну складову. Зміна світогляду відбулась у напрямку зближення цих цінностей, оскільки на сучасному етапі розвитку людства стало зрозуміло, що досягнення лише економічних цілей та побудова технократичного суспільства призведе до екологічної та соціальної катастрофи.

*Конвергенція цінностей відображається у формулюванні складових сталого розвитку, які показують, як кожен з аспектів відображає не тільки власні, але й характерні для інших складових цінності.*

*Економічна* складова означає оптимальне використання обмежених ресурсів та застосування екологічних природо-, енерго- і матеріалозберігаючих технологій, включаючи видобуток і переробку сировини, створення екологічно прийнятної продукції, мінімізацію, переробку та знищення шкідливих відходів виробництва.

*Соціальна* складова сталого розвитку орієнтована на людину й спрямована на збереження стабільності соціальних і культурних систем, в тому числі на скорочення числа руйнівних конфліктів між людьми. Важливим аспектом цього підходу є справедливий розподіл благ між людьми в глобальних масштабах.
















З *екологічної* точки зору, сталий розвиток повинен забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем, включаючи створене в них людиною середовище – антропосферу. Особливе значення має життєздатність екосистем, від яких залежить глобальна стабільність всієї біосфери [1.13].



Важливим завданням на шляху впровадження концепції сталого розвитку є визначення прогресу країн у досягненні його цілей. Перелік цілей сталого розвитку був офіційно затверджений в Резолюції Генеральної Асамблеї ООН в 2015 році [1.14]. Цілі сталого розвитку, яких на сьогодні дотримуються всі країни світу, встановлюють показники розвитку і включають 17 цілей (*SDGS*) і 169 конкретних завдань, які мають бути досягнутими до 2030 року. Всі цілі сфокусовані на шести напрямках змін: освіта, гендерні питання та боротьба з нерівністю (*SDGS* 1, 5, 7–10, 12–15, 17); здоров'я, благополуччя і демографія (*SDGS* 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10); зниження викидів вуглецю і стійкі індустрії (*SDGS* 1-16); продовольство, земля, вода і Світовий океан (*SDGS* 1–3, 5, 6, 8, 10–15); міста і спільноти (*SDGS* 1–16); цифровізація (*SDGS* 1–4, 7–13, 17).

Для оцінки досягнень країн на шляху сталого розвитку був створений Індекс прогресу цілей сталого розвитку (*Sustainable Development Goals Index, SDGI*) фахівцями компаній *SDSN* і *Bertelsmann Stiftung*, які публікують звіти індексу, розраховані для 162 країн світу, в тому числі України, на основі 100 показників, пов'язаних з виконанням 17 цілей (табл. 1.1) [1.15].

Таблиця 1.1 – Цілі сталого розвитку: Україна 2019

Цілі сталого розвитку (SDG)																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
																
99,7	53,1	71,8	92,6	62,8	80,0	91,6	68,4	25,2	99,0	76,0	80,4	95,6	38,6	63,5	61,9	77,6
↑	↗	↗	••	↗	↑	↑	→	→	••	→	••	↑	→	→	↗	→

Поточна оцінка досягнення цілі		Динаміка досягнення цілі	
	- ціль досягнута	↑	- підтримується
	- виклики залишаються	↗	- помірно покращення
	- значні виклики	→	- застій
	- основні виклики	↓	- зменшення
	- інформація відсутня	••	- інформація відсутня

Досягнення України можна вважати задовільними, оскільки Україна зайняла 41 місце зі значенням SDGI – 72,8, що перевищує середній регіональний рівень SDGI, який складає 70,4 (рис. 1.1) [1.15].

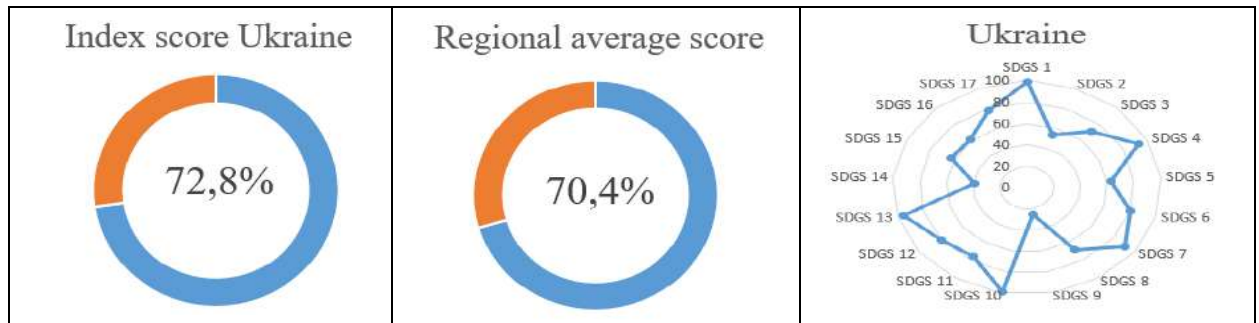


Рисунок 1.1 – Рівень досягнення цілей сталого розвитку: Україна 2019

В переліку цілей сталого розвитку неважко виокремити екологічну складову, яка представлена в завданнях до 12 цілей з 17 заявлених (рис. 1.2).

Серед цілей сталого розвитку є такі, що неявно відображають стратегію *екологізації*, але для досягнення яких необхідно вирішити завдання, які безпосередньо направлені на екологізацію економіки та суспільства (*SDGS* 1; 5; 8; 9; 11). Є і такі цілі, що повністю присвячені екологізації економіки або суспільства в процесі досягнення сталого розвитку (*SDGS* 2; 3; 6; 7; 12; 13; 14; 15) [1.16].

Поставлені цілі та відповідні їм завдання мають комплексний характер і забезпечують *конвергенцію трьох ціннісних складових сталого розвитку*, що доводить необхідність прийняття мір для екологізації та впровадження екологічних цінностей сучасного світогляду у всі сфери життєдіяльності людини.

Питання екологізації економіки та суспільства досліджуються у численних наукових працях В.Т. Андрушко, А.А. Головка, О.Є. Гридчук, А.М. Дейнеки, Н.М. Дуди, Л.Д. Загвойської, І.І. Коблянської, В.Р. Ковалишина, Я.В. Котляревського, М.С. Кравець, В.С. Кравціва, Я.В. Кульчицького, І.П. Магазинчикової, Л.І. Максиміва, Л.Г. Мельника, О.В. Мельникова, Є.В. Мішеніна, Т.В. Олянішена, А.М. Польовського,

Е.П. Семенюк, В.М. Сеньківського, І.М. Синякевича, Ю.Ю. Туниці,  
Т.В. Устік, І.Є. Ярової та інших науковців.

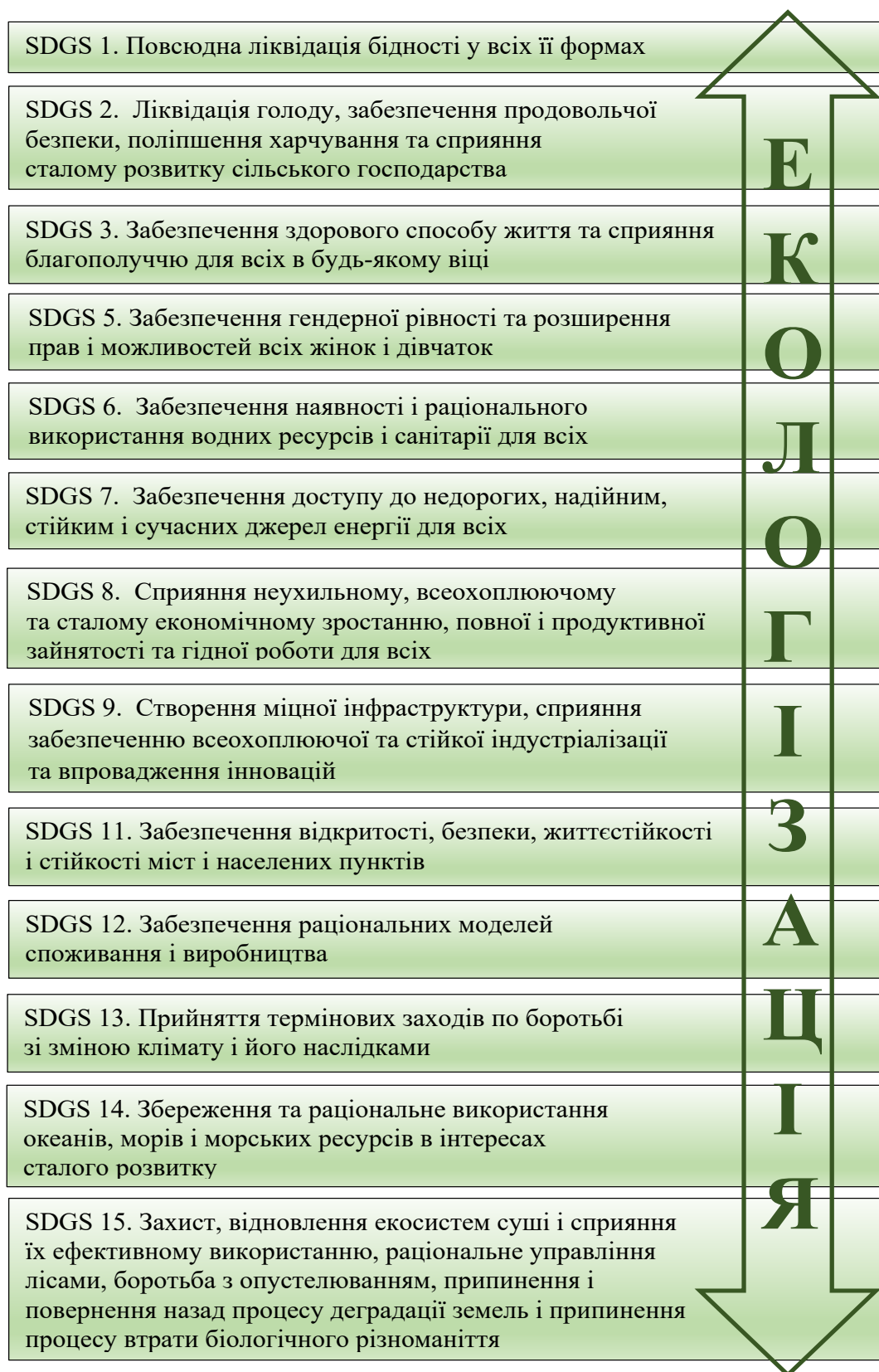


Рисунок 1.2 – Екологізація в цілях сталого розвитку

Поняття «екологізація» трактується досить широко, але завжди призводить до зменшення негативного впливу діяльності людини на навколишнє середовище (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Трактування поняття «екологізація»

<i>Екологізація</i>
<p><i>В.С. Кравців</i> [1.17]</p> <p>процес проникнення ідей, знань, законів екології, екологічного мислення в науку, виробництво, життєдіяльність суспільства, держави.</p>
<p><i>Л.Г. Мельник</i> [1.18]</p> <p>процес постійного екологічного удосконалення, який спрямований на ліквідацію екодеструктивних факторів, а, відповідно, і потреби в спеціальних природоохоронних заходах.</p>
<p><i>А.А. Садеков</i> [1.19]</p> <p>процес створення, розроблення та використання у виробництві науково-технічних, технологічних, адміністративно-правових та соціально-економічних нововведень, в результаті яких підвищується біосферосумісність як окремих господарських систем, видів продукції, так і економіки в цілому.</p>

У монографії «Екологоорієнтоване логістичне управління виробництвом», під редакцією Є.В. Мішеніна [1.20] поняття «екологізація» вживається в таких трактуваннях, як «екологізація виробництва», «екологізація продукції», «екологізація технологій виробництва продукції», «екологізація суспільного виробництва», «екологізація господарської діяльності», «екологізація економіки», «екологізація агропромислового комплексу» тощо.

Отже, сучасність продемонструвала пріоритетність, гостроту і складність екологічних проблем, які переважна більшість людства ще до кінця

не усвідомила. Нині екологізація майже всіх сфер життєдіяльності людини є обов'язковою умовою виживання людства та планети в цілому [1.16].

В роботі [1.21] автори визначають екологізацію господарської діяльності пов'язаною з організацією оптимального сукупного ресурсо-матеріального циклу від розробки та видобутку сировини до утилізації відходів споживання. У цьому контексті особливого значення набуває формування та розвиток інтеграційних зв'язків між підприємствами різних галузей, формування сітьових підприємницьких структур з метою комплексного та раціонального використання ресурсів (відходи одного виробництва використовуються як сировина в інших галузях) та охорони навколишнього природного середовища [1.22–1.24].

В роботі [1.25] розглядається питання екологізації виробничої діяльності, яка пов'язується зі зниженням природоємності виробництва. Зазначається, що екологізація супроводжується зміщенням центру економічного аналізу з витрат і проміжних результатів на кінцеві результати економічної діяльності, підкреслюється системний характер процесу екологізації та його зв'язок з економічними аспектами господарювання.

Отже, екологізацію можна розглядати як напрямок розвитку суспільства та економіки, який, по-перше, змінює світогляд людини та дозволяє усунути протиріччя між потребами життєдіяльності та якістю довкілля, досягти гармонійного співіснування суспільства та природи та, по-друге, як систему управлінських заходів, які забезпечують зменшення екодеструктивного впливу людини на навколишнє середовище в процесі господарювання [1.16].

Екологізація не є якимось абстрактним явищем, що штучно насаджується економіці та суспільству. Вона має обґрунтовані передумови виникнення та етапи розвитку, які залежать від зміни умов існування та екологічної свідомості людства (табл. 1.3).

Екологізація призвела до виникнення сучасного екологічного напрямку економіки – *екологічної або зеленої економіки*, яка базується на засадах

концепції сталого розвитку та стала новою парадигмою економічних відносин в протипагу існуючій моделі економіки.

Таблиця 1.3 – Етапи розвитку екологізації [1.18, 1.25]

<ol style="list-style-type: none"> <li>1) передумови екологізації – зменшення впливу негативних факторів на одиницю площі (1950 – 1690 рр.),</li> <li>2) етап контролю за забрудненням навколишнього середовища, масове будівництво екологічних споруджень (1970-ті р.),</li> <li>3) етап запобігання забрудненню та вторинного використання відходів, застосування маловідходних технологій (1980-ті р.),</li> <li>4) етап підвищення ефективності екологічного управління в межах концепції сталого розвитку, заміна екологонебезпечних речовин і процесів на більш ефективні аналоги, зниження енергомісткості та матеріаломісткості товарів та послуг (1990-ті р.),</li> <li>5) етап екологізації стилю життя (теперішній час).</li> </ol>
--

Питання екологічної економіки розглядається в працях таких вчених, як М.Р. Аврора, М.С. Андерсен, Лестер Р. Браун, Л.Н. Бобильов, Л.Г. Мельник, Л.А. Мусіна, В.Г. Потапенко, А.А. Ткаченко, К.Е. Boulding, Н. Daly, R. Costanza, J. Martínez-Alier, R. Muradian, Н. George та інших.

В результаті екологізації економіки виникла нова модель економіки, яка враховує екологічний аспект, – еколого-орієнтована або зелена економіка.

За визначенням Л.Г. Мельника [1.18], *екологізація економіки* – це цілеспрямований процес перетворення економіки, пов'язаний зі зниженням інтегрального екодеструктивного впливу процесів виробництва і споживання товарів і послуг у розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту, який здійснюється через систему організаційних заходів, інноваційних процесів, раціоналізацію природокористування та трансформацію природоохоронної діяльності.

Поняття «зелена економіка» вперше було використано в роботі «Проект зеленої економіки» («*Blueprint for a Green Economy*»), в центрі уваги якої знаходиться економіка сталого розвитку [1.26]. Надалі в міжнародних документах стали широко використовуватися словосполучення «зелена економіка», «зелена промисловість», «зелені ринки», «зелена зайнятість», «зелені технології» та інші терміни з прикметником «зелений».

Програма ООН з навколишнього середовища (*United Nations Environment Programme*, ЮНЕП) в 2011 році випустила доповідь «Назустріч зеленій економіці: шляху до сталого розвитку і викорінення бідності» («*Towards a Green Economy: Towards Sustainable Development and Poverty Eradication*»), згідно з якою зеленою (екологічною) є така економіка, яка забезпечує довгострокове підвищення добробуту людей, дозволяючи *Poverty Eradication* майбутнім поколінням уникнути істотних ризиків для навколишнього середовища [1.27], тобто задовольняє умовам сталого розвитку. Більш просте розуміння *зеленої економіки* полягає в зниженні викидів забруднюючих речовин в навколишнє природне середовище при комплексному використанні сировини, матеріалів і електроенергії, тобто економіки, що відповідає інтересам усього суспільства [1.28].

Пріоритетними напрямками зеленої економіки, відповідно ЮНЕП, є: ефективне використання природних ресурсів, збереження та збільшення природного капіталу; зменшення забруднень; низькі вуглецеві викиди; запобігання втраті екосистемних послуг та біорізноманіття; зростання доходів та зайнятості [1.27].

Прихильники зеленої економіки вважають, що існуюча зараз економічна система (коричнева економіка) не є досконалою. Розвиток науково-технічного прогресу призвів до підвищення життєвого рівня людей, але негативно вплинув на стан довкілля. Порівняльний аналіз ринкової та екологічної економічних систем представлена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Порівняльний аналіз моделей коричневої та зеленої економіки

Характеристика	Коричнева економіка	Зелена економіка
Загальні принципи	економіка, що базується на екстенсивному споживанні природних ресурсів без їх відновлення, незамкненим циклом виробництва та значними викидами відходів у довкілля	економіка, що заснована на раціональних моделях споживання та виробництва, впровадженні екологічних технологій, зменшенням споживання природних ресурсів та викидів відходів у довкілля
Світогляд	механічний, статичний, атомістичний	динамічний, системний, еволюційний
Академічна позиція	дисциплінарна (економіка)	міждисциплінарна (економіка, екологія)
Об'єкт управління	економічні системи	еколого-економічні системи
Основна макроціль	зростання національної економіки	сталість соціо-еколого-економічної системи
Основна мікроціль	максимальна прибутковість	максимальна корисність
Вигодонабувачі	сучасне покоління	сучасне та наступні покоління
Технології	високопродуктивні	ресурсо-, матеріало- та енергозберігаючі
Технологічний уклад	четвертий (науково-технічна революція)	п'ятий (інформаційна революція)

За оцінками експертів, в короткостроковій перспективі зелена економіка здатна забезпечити зростання ВВП, збільшення доходів на душу населення і зайнятості в таких же або навіть більш високих темпах, ніж традиційна коричнева економіка. У середньо- та довгостроковій перспективі зелена економіка обжене коричневу і до того ж дасть набагато більше переваг з точки зору охорони навколишнього середовища і зменшення соціальної нерівності [1.29].



Для оцінки економічної системи країни принципам екологічної економіки розраховується глобальний індекс зеленої економіки (*The Global Green Economy Index, GGEI*) за чотирма групами критеріїв: керівництво і дані про зміну клімату, ефективність галузей, ринки і інвестиції, навколишнє середовище [1.30].

Положення України в рейтингу досягнення цілей сталого розвитку, що відображається значенням *SDGI* – 72,8 (41 місце) значно краще, ніж в рейтингу відповідності принципам зеленої економіки, яке відповідає значенню *GGEI* – 38,13 (114 місце). Індекс зеленої економіки, на відміну від індексу прогресу цілей сталого розвитку, повністю складається з показників, що відображають екологічну складову по чотирьом напрямкам оцінювання (табл. 1.5).

Сильне відставання України за значенням *GGEI* свідчить про слабкість екологізації економіки й суспільства та на відсутність балансу між екологічною, соціальною та економічною складовими сталого розвитку країни.

Для реалізації концепції зеленої економіки в світі застосовуються різні інструменти. Її цілі повинні бути досягнуті шляхом залучення державних і приватних інвестицій. ЮНЕП зазначає, що для переходу до зеленої економіки необхідно інвестувати 1–2% світового ВВП в десять ключових секторів:

- сільське господарство,
- житлово-комунальне господарство,
- енергетику,
- рибальство,
- лісове господарство,
- промисловість,
- туризм,
- транспорт,
- утилізацію і переробку відходів,
- управління водними ресурсами [1.31].

Таблиця – 1.5 Характеристика індексів прогресу цілей сталого розвитку та зеленої економіки

Характеристика	Індекс прогресу цілей сталого розвитку, <i>SDGI</i>	Індекс зеленої економіки, <i>GGEI</i>
Кількість країн – учасниць оцінювання	162	130
Напрямки оцінювання (групи критеріїв)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– освіта, гендерні питання та боротьба з нерівністю;</li> <li>– здоров'я, благополуччя і демографія;</li> <li>– зниження викидів вуглецю і стійкі індустрії;</li> <li>– продовольство, земля, вода і Світовий океан;</li> <li>– міста і спільноти;</li> <li>– цифровізація.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– керівництво і дані про зміну клімату;</li> <li>– ефективність галузей;</li> <li>– ринки і інвестиції;</li> <li>– навколишнє середовище.</li> </ul>
Кількість показників	100	20
Шкала оцінювання	0-100	0-100

Отже, Україні для досягнення цілей сталого розвитку потрібно пройти шлях трансформаційних перетворень суспільства та досягти максимальної конвергенції світоглядних цінностей в економічних, соціальних та екологічних аспектах життєдіяльності, про що стверджується в Добровільному національній огляді «Цілі сталого розвитку. Україна» [1.32].

В розвинутих країнах світу, задля досягнення цілей сталого розвитку, на протязі останніх десятиліть реалізується політика ресурсозбереження. На сьогодні Європейські країни використовують 50-70% відходів виробництва та споживання, плануючи в майбутньому повне припинення захоронення

відходів на полігонах. Україна, як невід’ємний елемент світової економіки, також поступово впровадить ресурсозберігаючі заходи. Відповідно до концепції сталого розвитку Україна прагне досягти цілей сталого розвитку завдяки виконанню певних завдань, визначених в [1.33].

Економічне зростання неминуче призведе до збільшення обсягів використання природних ресурсів і відходів споживання, що своєю чергою посилюватиме антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище. Розуміння значущості впровадження відповідального споживання та виробництва в країні є, але збалансоване врегулювання цих питань потребує виважених і довготривалих політичних та економічних зусиль, сфокусованих як на виробництві, так і на споживанні [1.32].

Невід’ємною складовою господарської діяльності є утворення відходів – будь-яких речовин, матеріалів і предметів, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення (згідно із Законом України «Про відходи» від 05.03.98 № 187/98-ВР, із змінами і доповненнями, внесеними Законом України № 554-ІХ від 13.04.2020) [1.33].

На даний час людство виробляє відходів органічного походження в 2000 разів більше, ніж вся природа [1.34]. Щоб задовольнити потреби однієї людини у всьому необхідному, за рік видобувається біля 20 тон (за деякими даними 45 тон) різноманітної сировини. При цьому в готову продукцію переходить лише 1-2% (по більш оптимістичним оцінкам, до 6%) використаних ресурсів [1.35]. Отже, більше, ніж 90-95% первісної сировини перетворюється в відходи, що утворюються на всіх стадіях виробництва та споживання. В відходи в підсумку перетворюється і сам продукт, тому можна стверджувати, що все зрештою закінчується утворенням відходів [1.34].

У формуванні ВВП України ключову роль відіграють ресурсоемні та енергоемні галузі. Найбільшу кількість відходів утворює добувна промисловість та розробка кар’єрів – 85% (301448,9 тис. тон/рік) [1.36]. Саме

тому, пріоритетами державної політики в цьому контексті є, по-перше, оптимізація використання природних ресурсів та зниження енергоємності, а по-друге, мінімізація негативного впливу на довкілля шляхом переходу до моделі зеленої (циркулярної) економіки.

Відходи зберігають свою первісну матеріальну субстанцію та певну частину своєї залишкової цінності. Отже, відходи можуть та повинні розглядатись як вихідні матеріальні ресурси з певною залишковою цінністю, що дозволяє використовувати їх в подальшій діяльності у вигляді сировини та матеріалів і формувати логістичний потік вторинних матеріальних ресурсів.

Утворення відходів супроводжує всі етапи життєвого циклу продукції (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Утворення відходів на протязі життєвого циклу продукції

Етап життєвого циклу продукції	Відходи, що утворюються
Проектування та розробка дослідного зразку продукту	- макулатура; відходи сировини та матеріалів; залишки дослідних зразків.
Виробництво продукту	- технологічні відходи сировини та матеріалів; відбракована продукція.
Реалізація товару	- тара та упаковка; відходи технологічних операцій, які супроводжують процес зберігання, транспортування та реалізації продукції; вироби, що не можна реалізувати.
Експлуатація продукту	- відходи від експлуатації та зберігання продукту.
Ремонт, сервісне обслуговування продукту	- браковані вироби; вироби їх частини, що не підлягають ремонту.
Ліквідація продукту та утилізація відходів	- вироби, що відслужили свій термін або пошкоджені; речовини; матеріали.

Вторинна переробка матеріальних ресурсів є об'єктивною необхідністю, яка обумовлена, перш за все, обмеженістю природних ресурсів і забрудненням навколишнього середовища відходами господарчої діяльності людини. Використання відходів в якості вторинної сировини дозволяє економити первинну сировину та матеріали. Наприклад, використання 1 тони макулатури дозволяє економити 3,5 куб. м деревини, 1 тонна вторинної полімерної сировини – 0,7 тони первинної полімерної сировини; 1 тонна зношених шин – 0,33 тони каучуку синтетичного, 1 тонна вторинної текстильної сировини – 0,7 тони натуральних або синтетичних волокон [1.37].

Середній рівень використання відходів в якості вторинних матеріальних ресурсів складає біля третини. На сучасному етапі розвитку технологій переробки в господарський обіг залучаються тільки високоліквідні та рентабельні відходи, наприклад, металобрухт чорних та кольорових металів, високосортні марки макулатури, склобій, текстильні вироби, полімерні та деревинні матеріали тощо.

Часто відходи є більш небезпечними, ніж первинна сировина, в них можуть міститись свинець, ртуть, хлор, нікель, кадмій та інші дуже небезпечні токсичні хімічні речовини. Отже, необхідно або використати відходи як джерело цінних елементів, або, якщо це неможливо, правильно їх утилізувати. Спалювати, ховати в ґрунті або воді, залишати на відкритій поверхні відходи дуже небезпечно, оскільки це наносить невиправної шкоди навколишньому середовищу.

Нажаль саме такі способи поховання відходів використовувало людство багато років, але поступово прийшло усвідомлення недосконалості існуючих методів поводження з відходами. Наприкінці 70-х – початку 80-х років були визначені кращі методи зниження кількості відходів (в спадному порядку): запобігання утворенню та скорочення їх кількості; переробка (включаючи компостування); обробка відходів; захоронення в землю [1.38]. Сьогоднішній рівень розвитку технологій рециклінгу та утилізації дозволяють відходам стати джерелом регенерації й повторного використання цінних ресурсів.

Необхідність оптимізації роботи з відходами, які мають потенціал вторинних матеріальних ресурсів, призвела до виникнення концепції інтегрованого управління відходами, основні принципи якої полягають у:

- скороченні джерел відходів (скороченні непотрібних викидів до того, як вони попадають в потік відходів);
- доцільній переробці (поверненні продукту в виробничий ланцюг);
- вилученні максимально можливої користі від ресурсів (спалюванні відходів для отримання енергії);
- безпечному захороненню відходів, які не можуть бути застосовані при сучасному рівні науково-технічного розвитку [1.39].

Деякі автори стверджують в своїх роботах [1.39 – 1.41], що основні положення концепції інтегрованого управління відходами співпадають з концепцією *3R (reduce, reuse, recycle)* – мінімізацією виникнення відходів, їх вторинним використанням та поверненням до процесу виробництва як вторинної сировини. Навіть пропонують нову концепцію – *3LR*, яка враховує фактор логістизації роботи з відходами та більш точно відповідає задачам та можливостям сучасності [1.41].

Отже, впровадження концепції інтегрованого управління відходами можливе на умовах реалізації процесів циркулярної моделі економіки.

## **1.2 Використання циркулярної моделі економіки задля досягнення цілей сталого розвитку**

Екологічна економіка включає еколого-орієнтовані види економіки, що відображають можливі шляхи екологізації: циркулярну економіку, біоекономіку, низьковуглецеву економіку, цифрову економіку, спільну економіку, синю (голубу) економіку тощо. Важливе місце в цьому списку займає *циркулярна економіка, яка спрямована на підтримку цінності продуктів, матеріалів і ресурсів протягом якомога довшого часу шляхом їх*

повернення в виробничий цикл при мінімізації утворення відходів, тобто зменшує екодеструктивний вплив на довкілля.

Вперше розвиток сфери ефективного поточного та вторинного використання продукції та рециклінгу визначено як перспективний напрямок розвитку економіки в Доповіді Римського клубу «Межі зростання» («*The Limits to growth*») [1.42], яка була опублікована в 1975 році та містить результати аналізу можливого розвитку цивілізації з урахуванням потенційного росту популяції, масштабів використання природних ресурсів, екологічних проблем.

У 2015 році Європейська комісія звернулась до Європарламенту і Ради Європи, соціально-економічного і регіонального комітетів з доповіддю «Замикання циклу – План дій ЄС щодо циркулярної економіки» («*Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*») [1.43], в якій обґрунтувала концепцію циркулярної економіки.

Вивченню питань циркулярної економіки присвячені роботи таких авторів, як Н. Батова, Д.В. Валько, М.А. Ветрова, І.І. Коблянська, Є.В. Мішенін, Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер, П. Сачек, І. Точицька, С. Cialani, Y. Kalmykova, F. Krausmann, A. Murray, G. Roos, L. Rosado, K. Skene, P. Ghisellini, S. Ulgiati, W. Haas, K. Haynes, M. Heinz, D. Wiedenhofer та ін.

Циркулярна економіка пропонує до застосування сучасні підходи та бізнес-моделі, які дозволяють підвищити ресурсо- та енергоефективність виробництва та споживання товарів, досягти зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Процеси екодеструктивного впливу людства на довкілля групуються за наступними напрямками:

- забруднення (хімічне, шумове, електромагнітне, теплове, радіаційне, біологічне та ін.);
- порушення ландшафтів (риття каналів, котлованів, оранка ґрунтів, формування відвалів, зміна русел річок, осушення боліт, затоплення територій та ін.);

- прямий вплив на організм людини (виробничий травматизм, професійні захворювання, підвищення радіаційного фону);
- вплив на характеристики людини як особистості (конвеєрне виробництво, інтенсифікація розумової діяльності та ін.);
- прямий негативний вплив на флору та фауну (загибель рослин та тварин від забруднення водою, повітря, від транспорту тощо) [1.44].

Визначити ступінь екодеструктивного впливу на довкілля дозволяє спеціальний показник – екологічний слід, що відображає попит людської популяції на природний капітал, який може навіть перевищувати екологічну спроможність планети до регенерації цього капіталу. Термін «екологічний слід» був введений в обіг у 1992 році канадським професором Вільямом Різом [1.45]. Це умовне поняття, що відображає споживання людством ресурсів біосфери та вимірюється площею (в га) продуктивної території, необхідної для ресурсного забезпечення життєдіяльності людства, а також для поглинання та переробки відходів.

Концепція розрахунку екологічного сліду швидко поширилася завдяки регулярним доповідям «Жива планета» («*Living Planet Report*») Всесвітнього фонду дикої природи (*World Wildlife Fund, WWF*), в останній з яких стверджується, що людський слід перевищив біопотенціал планети на 20% [1.46].

Екологічний слід в Україні становить 3,19 га на особу. Сьогодні кожна людина потребує в середньому 2,7 га, щоб забезпечити себе ресурсами і позбутися відходів, що значно більше спроможностей планети. Ідеальним у світі вважається екослід 1,8 га, який відображає реальні можливості планети. Таким чином, Україна опинилася на 51-у місці серед 149 країн за площею, яку використовує одна людина для споживання ресурсів. Вплив середнього українця на довкілля перевищує порогове значення в 1,88 рази [1.34].

Відповідно до доповіді ООН «Перспективи зростання населення в світі» («*World Population Prospects*») [1.47] до 2030 року населення планети Земля зросте до 8,3 млрд. осіб, до середнього класу приєднається не менше 2,5 млрд.



нових споживачів. Для задоволення їх потреб необхідно з урахуванням споживання первинних ресурсів, за оцінками експертів [1.48, 1.49], чотири таких планети як Земля вже до 2050 року.

Зменшити наслідки екодеструктивного впливу на природу можливо завдяки впровадженню нових концепцій життєдіяльності. Простежується явний зв'язок між концепціями сталого розвитку, екологічної економіки та циркулярної економіки. Екологічна економіка є одним зі способів досягнення сталого розвитку, а циркулярна економіка є конкретним інструментом переходу до екологічної економіки (рис.1.3).

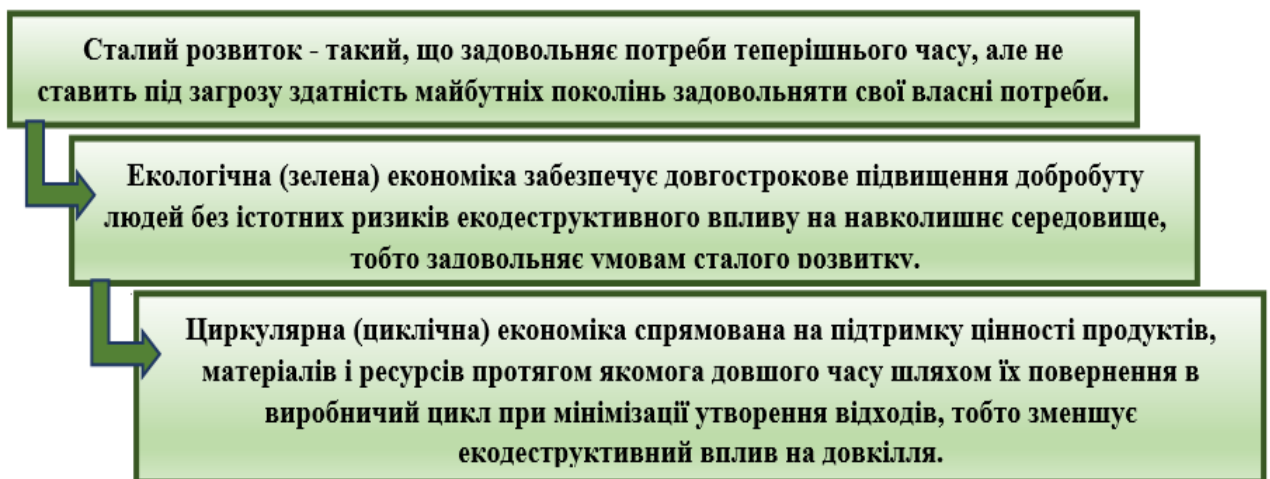


Рисунок 1.3 – Зв'язок між концепціями сталого розвитку, екологічної та циркулярної економіки

Застосування інструментарію циркулярної економіки дозволяє досягти деяких цілей сталого розвитку безпосередньо, а деяких – опосередковано. Наприклад, досягти *SDGS* 12 (забезпечення раціональних моделей споживання і виробництва) неможливо без впровадження бізнес-моделей циркулярної економіки. А досягнення *SDGS* 12 вплине на досягнення інших *SDGS* сталого розвитку, в яких реалізуються принципи екологічної економіки, а саме: *SDGS* 6 (забезпечення наявності і раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх), *SDGS* 7 (забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх), *SDGS* 11 (забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості і стійкості міст і населених пунктів),

*SDGS* 13 (прийняття термінових заходів по боротьбі зі зміною клімату і його наслідками), *SDGS* 14 (збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку), *SDGS* 15 (захист, відновлення екосистем суші і сприяння їх ефективному використанню, раціональне управління лісами, боротьба з опустелюванням, припинення і повернення назад процесу деградації земель і припинення процесу втрати біологічного різноманіття).

Методологічні підходи, що становлять основу циркулярної економіки, не є принципово новими. Міждисциплінарна за своїм змістом сучасна концепція циркулярної економіки є результатом наукових досліджень вчених в області екологічної (зеленої) економіки, промислової (індустріальної) екології, економіки природокористування тощо.

Методологічною основою циркулярної економіки є *парадигма індустріальної (технологічної, промислової) екології* [1.50, 1.51], основною ціллю якої є заміна, наявної в більшості випадків, лінійної природи техногенної системи на циклічну систему, де відходи багаторазово використовуються у вигляді енергії або сировини для інших продуктів або процесів.

З позицій індустріальної екології ідеальним станом техногенної системи вважається такий, при якому матеріально-енергетичні цикли ресурсів є замкнутими, організованими подібно природним екосистемам. Ця ідея замкнутості циклів обороту ресурсів [1.52], доповнена оцінками вартості природного капіталу [1.53], що відображають його значимість і корисність (а відповідно і потенційні втрати від вилучення ресурсів з відходами) [1.54], становить змістовну основу циркулярної економіки [1.55].

Особливість циркулярної економіки визначається тим, що її реалізація пов'язана з формуванням нових бізнес-моделей для забезпечення більш екологічного ресурсокористування [1.56, 1.57]. Модель економічної системи, що відповідає принципам циркулярної економіки, є регенеративною

(відновлювальною) системою, яка зосереджується на повторному використанні ресурсів, компонентів, продуктів тощо.

Реалізація принципів циркулярної економіки здійснюється через п'ять загально визнаних інноваційних бізнес-моделей, класифікованих спеціалістами компанії *Accenture* [1.58] (табл.1.7).

Не дивлячись на різноманітність циркулярних бізнес-моделей, їх використання направлено на: скорочення кількості ресурсів, матеріалів та енергії, що використовуються в процесі виробництва; використання екологічно чистих джерел ресурсів; зменшення кількості продуктів, що споживаються, завдяки переходу від індивідуального до спільного використання; продовження терміну корисного споживання продуктів; зменшення кількості відходів та раціональну їх утилізацію.

Циркулярна економіка є альтернативою традиційному лінійному економічному механізму, оскільки для неї є властивим замкнутий характер використання ресурсів та їх відновлювання. На відміну від традиційної моделі економіки, яка працює за принципом «добути, виробити, використати, викинути» («*take, make, use, waste*»), циркулярна економіка пропонує принципово нову стійку модель, яка базується на принципі «добути, виробити, використати, відновити або переробити, повторно використати» («*take, make, use, repair or recycle, reuse*»). Циркулярна модель є вдалим способом заощадження ресурсів і матеріалів, зменшення негативного впливу на довкілля та стійкого економічного зростання [1.59, 1.60].

В сучасних умовах перехід до циркулярної економіки можливий завдяки замиканню ресурсного циклу та створенню замкнутих логістичних ланцюгів. В процесі розвитку концепції циркулярної економіки, сформувалися рамочні концептуальні структури – фреймворки, до складу яких входять відповідні циркулярні процеси та які по мірі посилення ідей циркулярності трансформувалися: «3R», «4R», «6R» та «9R» [1.58, 1.61].

Таблиця 1.7 – Бізнес-моделі циркулярної економіки [1.59]

Назва бізнес-моделі	Характеристика бізнес-моделі	Компанії, що проваджують бізнес-модель
Циркулярні поставки ( <i>Circular suppliers</i> )	Забезпечує доставку постачальником ресурсів, що повністю переробляються або біорозкладаються та лежать в основі циркулярної системи виробництва і споживання.	<i>Ford, Fairphone, 3D Hubs, Desso, Toyota, Cisco</i>
Відновлення ресурсів ( <i>Resources recovery</i> )	Сприяє усуненню втрат ресурсів, зважаючи на утворення відходів, і підвищує рентабельність виробництва продукції від зворотних потоків.	<i>Coca-Cola, Maersk, Michelin, Philips, Walt Disney World Resort</i>
Платформи для обміну і спільного використання ( <i>Sharing platforms</i> )	Служить просуванню платформ для взаємодії між користувачами продукту, окремими особами або організаціями.	<i>Patagonia, BlaBlacar, Nearly New Car, BMW, Drivy, Daimler, Lyft</i>
Продовження життєвого циклу продукції ( <i>Product life extension</i> )	Забезпечує збереження або поліпшення продукту, який був у використанні, за рахунок його ремонту, модернізації, реконструкції або відновлення.	<i>Bosch, Caterpillar, Volvo, Renault, Apple, BMA Ergonomics, Michelin</i>
Продукт як послуга ( <i>Product as a service</i> )	Служить альтернативою купівлі продукту, надаючи його в користування, наприклад, через договір оренди, лізингу і т.п., що підвищує стимули для створення довговічної продукції, продовження її життєвого циклу.	<i>Rolls-Royce, Mud Jeans, De Kledingbibliotheek</i>

Спостерігається еволюція фреймворків циркулярної економіки від корисного використання сировини та матеріалів до продовження терміну служби продукту і його частин та розумного виробництва та використання продукції.

*Перший рівень – корисне використання сировини та матеріалів*

*4R, 6R, 9R*

*Recover* (відновлення, повернення) – процес збору продуктів і компонентів в кінці використання, розбирання, сортування та очищення з метою використання в наступних життєвих циклах [1.62].

*3R, 4R, 6R, 9R*

*Recycle* (рециклінг, переробка) – процес повернення відходів, скидів і викидів в процеси техногінезу [1.63]. Повторне використання відходів за тим же призначенням, а також повернення відходів після відповідної обробки в виробничий цикл [1.64].

*Другий рівень – продовження терміну служби продукту і його частин*

*9R*

*Refurbish* (оновлення, ремонт) – відновлення старого але справного продукту [1.61].

*6R, 9R*

*Remanufacture* (оновлення, модифікація) –приведення продукту в робочий стан шляхом заміни або ремонту вузлів або компонентів [1.65].

*9R*

*Repurpose* (переорієнтація) – перепрофілювання, використання продукту, що вийшов зі строю, та його частин в новому продукті з другим призначенням [1.65].

*9R*

*Repair* (ремонт, виправлення) – ремонт та обслуговування несправного продукта для використання відповідно оригінального призначення [1.67].

*3R, 4R, 6R, 9R*

*Reuse* (повторне використання) передбачає, що якийсь продукт використовується повторно для первісних або нових цілей в первісному вигляді або з деякими змінами і незначними поліпшеннями [1.68].

*Третій рівень – розумне виробництво та використання продукції*

*9R*

*Rethink* (переосмислення) – підвищення інтенсивності використання продукту (наприклад, спільне використання) [1.61].

### 9R

*Refuse* (відмова) – скорочення надмірного споживання продуктів за рахунок повної відмови від їх функціонала шляхом передавання їх функціонала іншим продуктам [1.61].

### 6R

*Redesign* (перепроєктування) – процес розробки продуктів наступного покоління, в яких використовувалися б компоненти, матеріали і ресурси, витягнуті з попереднього життєвого циклу або продуктів попереднього покоління (перепроєктування з метою використання як можна більшої кількості витягнутих компонентів і деталей без втрати функціональності) [1.61].

Циркулярна економіка враховує біологічний та технічний цикли обігу ресурсів та потенційні вигоди, які можуть бути отримані на різних рівнях цих циклів, вона передбачає перехід від лінійної економіки до економіки замкнутого циклу, оскільки лінійна економіка постійно потребує залучення додаткових первинних ресурсів, які проходячи через техногенну систему, в результаті продукують велику кількість відходів.

Фонд *Еллен МакАртур* трансформував принципи циркулярної економіки в модель, яка базується на процесах «6R» фреймворк та розглядає технічний й біологічний цикли (рис. 1.4) [1.69].

В межах біологічного циклу ця схема передбачає наступний ланцюг: нетоксичні відходи після використання потрапляють назад в природне середовище і стають живильним середовищем для біологічних організмів, а потім, в результаті подальших біологічних процесів, в якості біохімічної сировини та продуктів сільського господарства повертаються в процеси виробництва. Принципу функціонування біологічного циклу відповідає концепція «від колиски до колиски» («*cradle-to-cradle*»), в основу якої покладена ідея безвідходного виробництва [1.70].

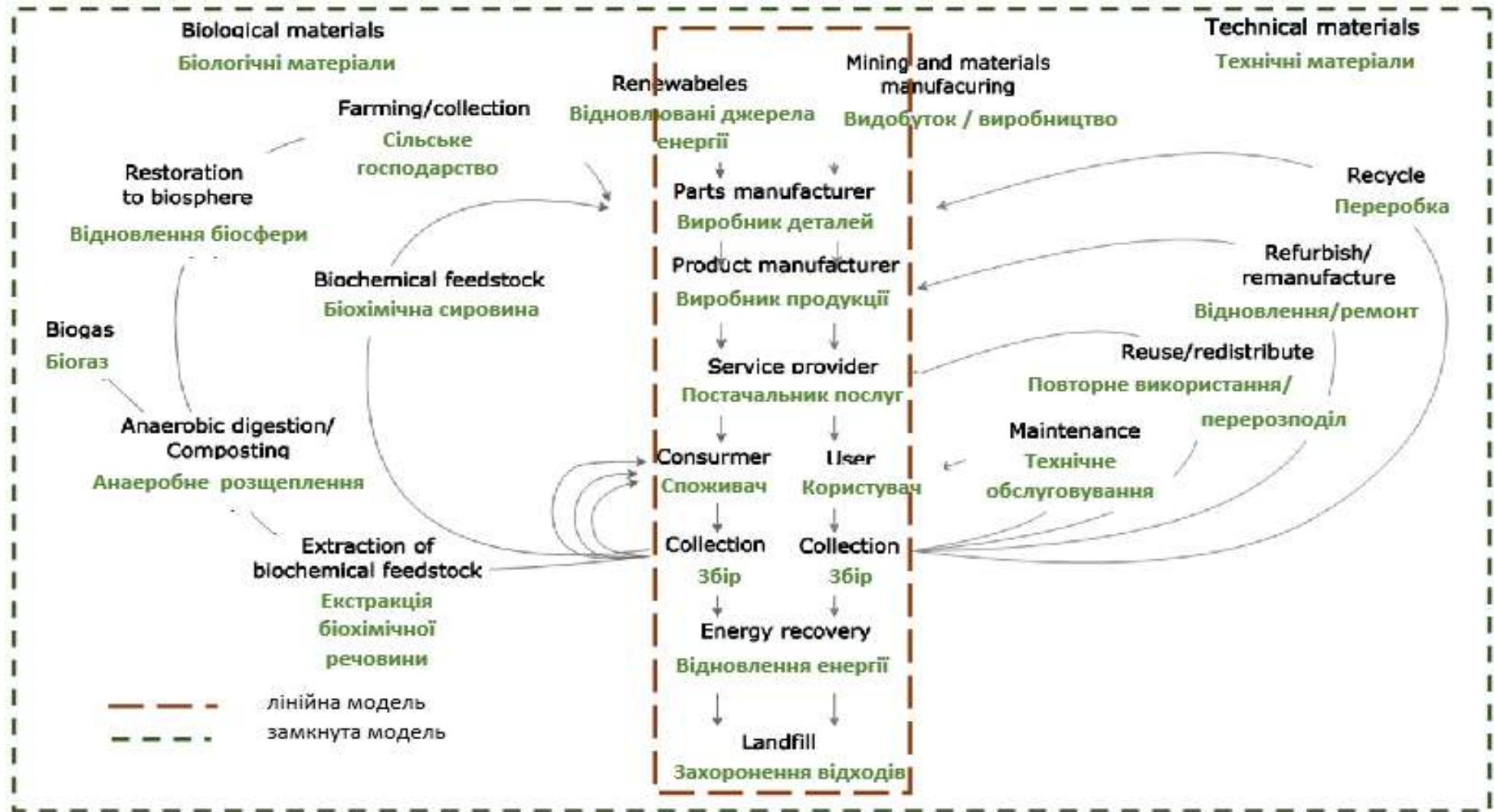


Рисунок 1.4 – Модель циркулярної економіки, запропонована Фондом Еллен МакАртур

Технічний цикл формує замкнуті ланцюги та складається з наступних процесів: технічне обслуговування (*maintenance*); повторне використання продукції (*reuse/redistribute*); відновлювальний ремонт продукції і/або відновлення компонентів, що відслужили (*refurbish/remanufacture*); рециклінг (*recycle*).

Традиційна лінійна економіка представлена на рисунку 1.4 як вертикальний процес в середині, від видобутку ресурсів і виробництва до захоронення відходів [1.60].

Також представлені два цикли циркулярної економіки – біологічних та технічних речовин. В лінійній моделі технічні матеріали не створюють послідовно замкнутий цикл споживання, що породжує втрати цінних матеріальних та енергетичних ресурсів.

*В циркулярній моделі простежується конвергенція принципів функціонування біологічних та технічних систем.* По аналогії з біологічними системами, які направлені на створення замкнутих циклів, в технічних системах впроваджується відновлення та відтворення продуктів, компонентів, матеріалів за допомогою повторного використання, ремонту, регенерації, рециркуляції тощо.

Реалізація замкнутої моделі циркулярної економіки можлива на мікро-, мезо- та макрорівнях. На мікрорівні підприємство враховує екологічний фактор в процесах постачання сировини та матеріалів, виробництва та збуту продукції, поводження з відходами. На мікрорівні втіленням ідеї циркулярної економіки є замкнуті мікрологістичні системи. Крім того, на мікрорівні здійснюється еко-дизайн (*ecodesign*), що враховує екологічну складову постачання, виробництва та збуту, та є проявом еколого-орієнтованого управління.

На мезорівні відбувається створення еко-парків – об'єднань виробників товарів і послуг, які бажають поліпшити економічний та екологічний стан шляхом спільного управління природними ресурсами і навколишнім середовищем. При цьому виробництво здійснюється в закритій системі, яка



схожа на природні екосистеми, тобто відходи або побічні продукти одного виробничого ланцюга є сировиною для іншого [1.71]. На макрорівні створюються еко-міста, еко-регіони тощо [1.55]. Отже, на мезо- та макрорівні ідеї циркулярної економіки втілюються через замкнуті логістичні ланцюги та загальну екологізацію техногенних систем.

Таким чином, циркулярна економіка є успішним інструментом, використання якого дозволяє досягти сталого розвитку як гармонійного економічного та соціального розвитку суспільства у безпечному середовищі завдяки дотриманню конвергенції економічних, соціальних та екологічних цінностей.

### **1.3 Обґрунтування конвергенції методологій логістичного, екологічного та проектного управління в проектах екологістичних систем**

*Конвергенція економічних, соціальних та екологічних цінностей* задля досягнення цілей сталого розвитку поставила актуальне питання розробки відповідної *методології конвергентного управління* економічними системами, яка б враховувала не тільки економічні, але й соціальні та екологічні аспекти.

Сталий розвиток обумовлює необхідність трансформації господарської діяльності людини з ворожої до дружньої до довкілля. Кожен вид діяльності повинен буди екологічно безпечним, його наслідки не повинні негативно впливати на сучасний та майбутній стан навколишнього середовища.

Логістика, як сфера практичної діяльності, також вносить свій негативний внесок у сучасний стан довкілля. Отже, логістика повинна розглядати питання екологізації в контексті своєї діяльності, що можливо завдяки *конвергенції методологій логістичного та екологічного управління*.

Логістичне управління здійснюється на основі загальних принципів управління з урахуванням специфіки логістичної діяльності. Питання логістичного управління висвітлено у наукових працях таких вчених, як

Р. Баллоу, Д. Бауерсокс, Г. Варданян, Р. Волошина, А. Гаджинський, А. Кальченко, Є. Крикавський, Д. Ламберт, С. Мочерний, Ю. Пономарьова, Б. Паласюк, В. Сергєєв, Дж. Сток, І. Струтинська, Л. Фролова та інші.

В наукових джерелах логістичне управління визначається як «цілеспрямований вплив на логістичні потоки з метою синхронізації їхньої взаємодії і досягнення ефекту синергізму» [1.72, 1.73] або «своєрідне адміністрування логістичної системи, тобто виконання основних управлінських функцій (організація, планування, регулювання, координація, контроль, облік та аналіз) для досягнення цілей логістичної системи» [1.74].

Враховуючи сучасні тенденції розвитку логістики та перетворення її на екологістику, логістичне управління поступово перетворюється на екологістичне управління шляхом конвергенції логістичного та екологічного управління.

Екологічне управління виступає засобом гармонізації відносин суспільства і природи в контексті глобальних тенденцій екологізації життєдіяльності людства, реалізації практичних дій на шляху до екологічно збалансованого господарювання [1.75 – 1.77]. Основні питання екологічного управління, економічні та соціальні аспекти його формування та реалізації висвітлені в працях вітчизняних учених Т. Галушкіної, Б. Данилишина, С. Боголюбова, В. Зуєва, С. Дорогунцова, В. Сахаєва, В. Шевчука, І. Синякевича, Ю. Шемшученка, Є. Хлобистова, Л. Гриніва, О. Веклича тощо.

Екологічне управління є процесом підготовки, прийняття й реалізації рішень, спрямованих на досягнення екологічних цілей із використанням різних спеціальних і загальносистемних, адміністративних і економічних методів та механізмів [1.78].

*Екологічно-орієнтоване управління* повинно бути узгодженим за масштабами та глибиною проникнення проблем практично у всі сфери людської життєдіяльності та ґрунтуватись на законах *екології* – науки, що вивчає закономірності взаємостосунків організмів з довкіллям, а також організацію і діяльність систем надорганізмової організації

(популяцій, видів, біоценозів, біосфери) [1.79]. Сучасна екологія вивчає, у першу чергу, об'єктивні закономірності існування людини і природи, взаємозв'язки процесів розвитку екосистем всіх рівнів, це наука про проблеми виживання в навколишньому середовищі [1.80].

*Екологічно-орієнтоване логістичне управління* – вид управлінської діяльності, що передбачає врахування екологічних чинників на всіх етапах просторово-часового планування, організації, контролю й регулювання руху матеріальних, інформаційних і фінансових потоків від джерела їх виникнення до кінцевого споживача на основі концепції логістики. *Метою екологічно-орієнтованого логістичного управління є отримання інтегрального еколого-економічного ефекту як результату оптимізації потокових процесів* [1.81].

Проблемі еколого-орієнтованого логістичного управління присвячені праці іноземних і вітчизняних науковців таких, як А.У. Альбекова, В.В. Борисова, Р. Данну, Т. Доуї, Л.М. Зарецька, А.А. Кизим, Н.П. Коропова, І.І. Коблянська, А.Ф. Крячкова, А. МакКіннон, В.П. Мешалкін, Е.В. Мішенін, М.Н. Некрасова, І.М. Омельченко, Н.В. Пахомова, Р. Поїст, Ж.-П. Родріго, Д. Роджерс, А. Тамбовцев, Т. Тамбовцева, Р. Тіббу-Лембке, Д. Уотерс, Л.А. Сосунова, Т.Н. Скоробагатова, Д.В. Чернова тощо.

*Конвергенцію логістичного та екологічного управління* в логістиці пов'язують з використанням логістичного підходу в управлінні відходами та вторинними матеріальними ресурсами [1.82, 1.83], інтеграцією зусиль постачальників та замовників з метою виробництва екологічно чистої продукції, включаючи пакування продукції та тару. Значний вплив на розвиток екологічного управління в логістиці справило видання в 1992 році Радою логістичного менеджменту США монографії Дж. Стока «*Revers Logistics*» [1.84].

Основою сучасного періоду в розвитку логістики є інтеграційна парадигма [1.85, 1.86], що базується на об'єднанні в єдиний логістичний ланцюг всіх виконавців логістичних функцій. Інтеграційна парадигма

враховує крім економічних, екологічні питання функціонування логістичних систем [1.87].

Отже, сумуючи вищесказане, можна стверджувати, що концептуально розвиток *екологістики* базується на зміні логістичних парадигм. Завдяки конвергенції економічних та екологічних цінностей, до основних семи правил логістики необхідно додати ще одне – мінімальний екодеструктивний вплив на довкілля, які спільно складуть «правила екологістики» (рис. 1.5).

Поняття екологічної логістики виникло завдяки конвергенції двох наукових напрямків – логістики та екології. «Зелена логістика», «екологічна логістика», «екологістика» або «екологічно відповідальна логістика» є синонімами та мають однакову сутність, що видно з наведених нижче визначень.

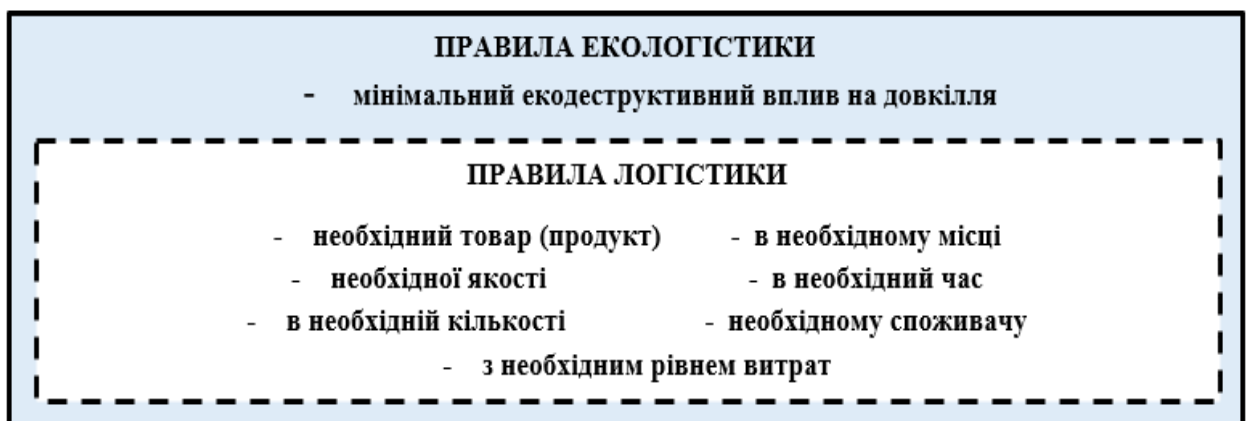


Рисунок 1.5 – Правила екологічної логістики

#### *Зелена логістика*

*Ds. Rogers, R. Tibben-lemcke* [1.88]

Зелена логістика – сукупність дій з оцінки та мінімізації екологічних наслідків логістичної діяльності.

*J.-P. Rodrigue, B. Slack, C. Comtois* [1.89]

Зелена логістика – практика та стратегія діяльності в ланцюгах поставок, що знижує негативні екологічні та енергетичні наслідки розподілу

товарів та сфокусовані на переробці вантажів, управління потоками відходів, пакуванні та транспортуванні.

*Li Yanbo, Liu Songxian [1.90]*

Зелена логістика – новий науковий напрямок, що припускає застосування прогресивних технологій логістики та сучасного обладнання з метою мінімізації забруднення й збільшення ефективності використання логістичних ресурсів.

*М.Ю. Григорак, Ю.В. Варенко [1.91]*

Зелена логістика – система заходів, яка передбачає застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій логістики та сучасного обладнання у всіх ланках ланцюга поставок товарів з метою мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення сукупної споживчої цінності продукції для споживачів.

*Л.М. Зарецька [1.92]*

Зелена логістика – науково-практична діяльність, що передбачає формування ефективного механізму інтеграції екологічного та соціально-економічного аспектів на всіх етапах планування, проектування та управління ланцюгом поставок товарів з метою мінімізації еколого-економічного збитку і підвищення споживчої цінності продукції за допомогою застосування енерго- і ресурсозберігаючих технологій логістики.

*Lee, Su-You and Klassen, Robert D. [1.93]*

Зелена логістика – дії, що враховують екологічні аспекти та інтегрують їх в процес управління ланцюгами поставок для зміни екологічної поведінки постачальників та споживачів.

*R. Saroha [1.94]*

Зелена логістика – одна з форм логістики, яка ставить собі за мету екологічну і соціально сприятливу економічну діяльність. «Зелена» логістика включає в себе всю діяльність прямого і зворотного руху потоків

продуктів, інформації та послуг між пунктом походження і пунктом споживання.

*I.I. Мухина, А.В. Смирнова [1.95]*

Зелена логістика – система заходів, яка передбачає застосування енерго- і ресурсозберігаючих технологій, сучасних технічних засобів і обладнання у всіх ланках ланцюга поставок з метою мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, веде до поліпшення добробуту і соціального комфорту громадян, знижує економічні ризики і дефіцит природних ресурсів.

#### *Екологістика*

*Ю. Чортюк [1.96]*

Екологістика – підсистема управління потоками продукції від первісного джерела до кінцевого споживача з мінімальним рівнем екодиструктивного впливу на навколишнє середовище.

*В.Д. Герамі [1.97]*

Екологістика – логістична діяльність, що заснована на принципах сталого розвитку та враховує фактори забруднення середовища, споживання ресурсів, безпеки.

*М.Н. Некрасова [1.98]*

Екологістика – новий науковий міждисциплінарний напрямок в екології, який орієнтований на виявлення закономірностей раціонального екологічного управління рухом матеріальних, інформаційних і енергетичних потоків.

#### *Екологічна логістика*

*Li Yanbo, Liu Songxian [1.90]*

Екологічна логістика – система планування, проектування та управління з використанням передових технологій логістики та методів екологічного проектування в сфері зменшення забруднення та ресурсоспоживання, що продиктовані екологічними принципами.

*Екологічно відповідальна логістика*

*Haw-Jan Wu, Steven C. Dunn [1.99]*

Екологічно відповідальна логістика включає екологічно відповідальний логістичний підхід, при якому до традиційних завдань управління додаються завдання мінімізації загального екологічного впливу логістичної системи на навколишнє середовище.

*В. Попов, І. Крайнюченко [1.100]*

*Екологічно відповідальна логістика* – новий науковий напрямок логістичних знань, що охоплює сфери вилучення і використання природних ресурсів, а також управління відходами життєдіяльності суспільства.

*І.І. Коблянська [1.101]*

Екологічно відповідальна логістика – науково-практична діяльність, яка спрямована на врахування екологічних аспектів на всіх стадіях руху матеріального і інших супутніх йому потоків з метою оптимізації ресурсоспоживання і мінімізації деструктивних впливів на навколишнє середовище.

Проведений аналіз визначень термінів «зелена логістика», «екологістика», «екологічна логістика», «екологічно відповідальна логістика» показав, що на сьогодні в цілому вже сформувалось розуміння сутності цих понять, та значних розбіжностей у визначеннях не існує. Більшість авторів сходяться на думці, що логістика з урахуванням екологічного фактору має на меті мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище від здійснення логістичної діяльності [1.88, 1.91, 1.95, 1.96, 1.99, 1.101] і пропонують застосування заходів щодо ресурсо- та енергозбереження [1.90, 1.92, 1.95, 1.98, 1.100, 1.101] в процесі руху логістичних потоків [1.94, 1.96, 1.100, 1.101] для екологізації ланцюгів постачань [1.89, 1.92, 1.93], що дозволить підвищити споживчу цінність продукції [1.94, 1.95] та досягти цілей сталого розвитку [1.92, 1.94, 1.95, 1.97].

Найбільш повним та таким, що відображає конвергенцію логістичного та еколого-орієнтованого управління є визначення, що надається в [1.102]:

*еколого-орієнтована логістика* – науково-практична діяльність, спрямована на оптимізацію і ефективне управління прямими і зворотними матеріальними і супутніми потоками (інформаційними, фінансовими, потоками відходів, шкідливих викидів, різних природних ресурсів і енергії) з метою мінімізації негативного впливу на стан довкілля.

Основними *принципами екологічної логістики* є: раціоналізація використання природних ресурсів та ресурсів підприємства; максимальне використання відходів виробництва, тари і упаковки; скорочення споживання сировини і матеріалів з низькою можливістю переробки або безпечної утилізації; застосування сучасних наукоємних технологій та технологій рециклінгу; підвищення рівня екологічної орієнтації і відповідальності логістичного персоналу [1.103].

Порівняльна характеристика логістики та екологістики надана в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Порівняння логістики та екологістики

Характеристика	Логістика	Екологістика
Об'єкт	логістичні потоки – матеріальні (прямі) та супутні	логістичні потоки – матеріальні (прямі, поворотні, зворотні) та супутні
Предмет	оптимізація логістичних потоків з позицій системності	оптимізація логістичних потоків з позицій системності та екологічності
Методологічна основа	системний, процесний, функціональний, логістичний підходи	системний, процесний, функціональний, логістичний, екологічний підходи
Логістична система	лінійна	замкнута
Економічна система	коричнева економіка	зелена економіка



Базуючись на принципах екологістики, визначається її контур в рамках концепції сталого розвитку, який відображає цілі, спрямовані на конвергенцію економічних, соціальних та екологічних цінностей:

- *економічні* – покращення значень економічних показників функціонування підприємств завдяки застосуванню інструментів екологічної логістики;
- *соціальні* – формування умов безпечного для суспільства виробництва, розподілу та використання продукції;
- *екологічні* – зменшення екодеструктивного впливу логістичної діяльності на довкілля (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Контур екологістики в рамках концепції сталого розвитку

Таким чином, сучасна логістика в рамках концепції сталого розвитку повинна розглядатися як ефективний підхід до управління логістичними потоками з метою зниження екологічного збитку, що наноситься суспільству та довкіллю, та може забезпечити покращення економічних показників діяльності.

З позицій системного підходу екологістика одночасно є елементом системи більш високого рівня ієрархії та включає до свого складу системи нижчих рівнів. А саме, екологічна або зелена логістика є підсистемою зеленої економіки та стійкої логістики, з одного боку, та включає до свого складу такі підсистеми, як логістика ресурсозбереження, реверсивна логістика, логістика відходів, логістики вторинних ресурсів з іншого (рис. 1.7).

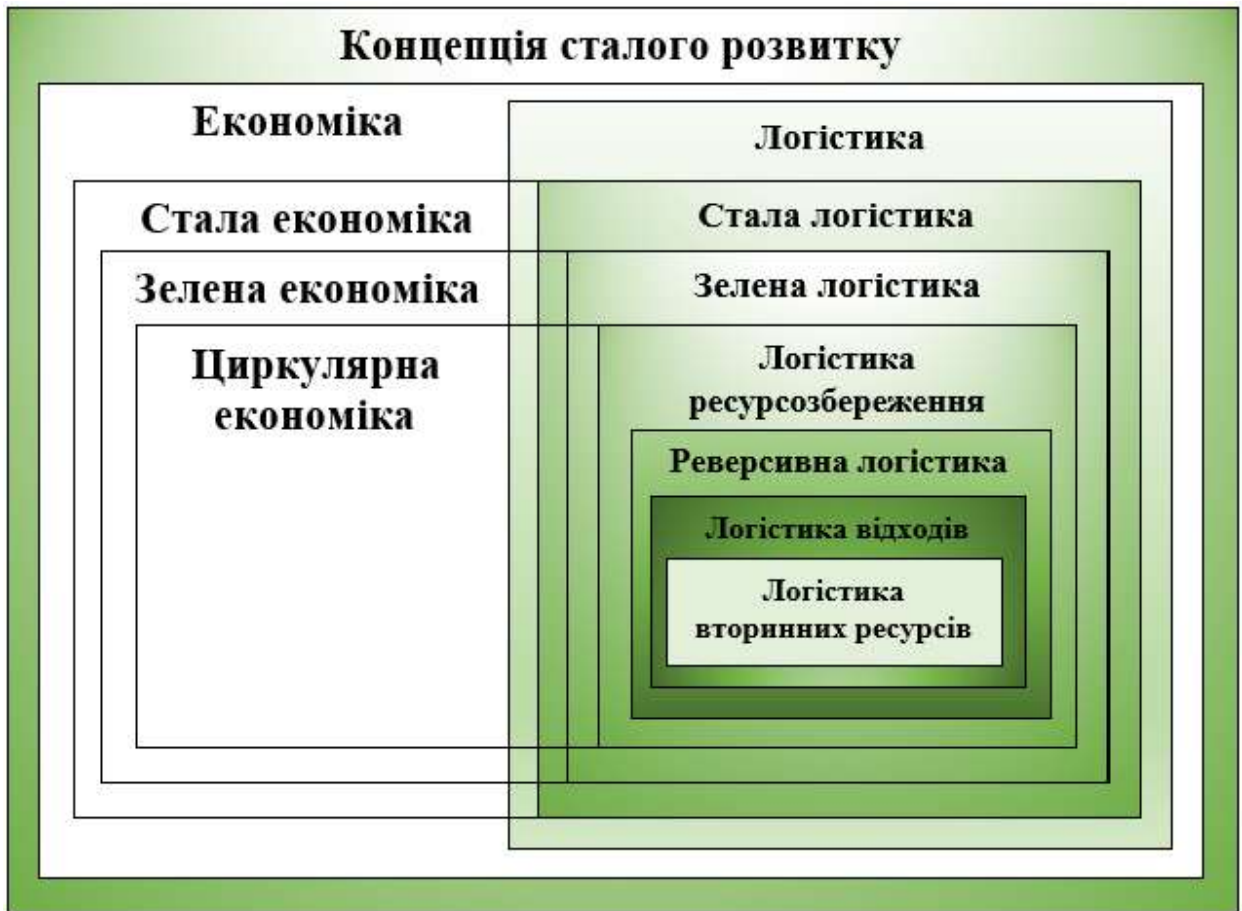


Рисунок 1.7 – Системне уявлення екологістики

Еколого-орієнтовані види логістики відрізняються об'єктами управління. Оскільки об'єктом управління в логістиці є завжди потоки (матеріальний та супутні), то і еколого-орієнтовані напрямки логістики зосереджуються на управлінні відповідними матеріальними потоками (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Еколого-орієнтовані напрямки логістики

Напрямок логістики	Матеріальні потоки – об'єкти управління
Логістика ресурсозбереження	-ресурсні потоки (прямі та зворотні)
Реверсивна логістика	-зворотні (в тому числі поворотні) потоки
Логістика поворотних потоків	-поворотні потоки
Логістика відходів	- потоки відходів
Логістика вторинних ресурсів	- потоки вторинних матеріальних ресурсів

До зміни логістичної парадигми на екологістичну призвели зміни в світогляді людства, які виражаються у впровадженні концепції сталого розвитку. Відбулися зміни в визначенні місця нового типу логістичних систем (ЛС) – екологістичних (ЕЛС) в ієрархії систем вищого порядку.

На структурному рівні ЕЛС є підсистемою системи більш високого рівня ієрархії, а саме еколого-економічної системи (рис. 1.8).

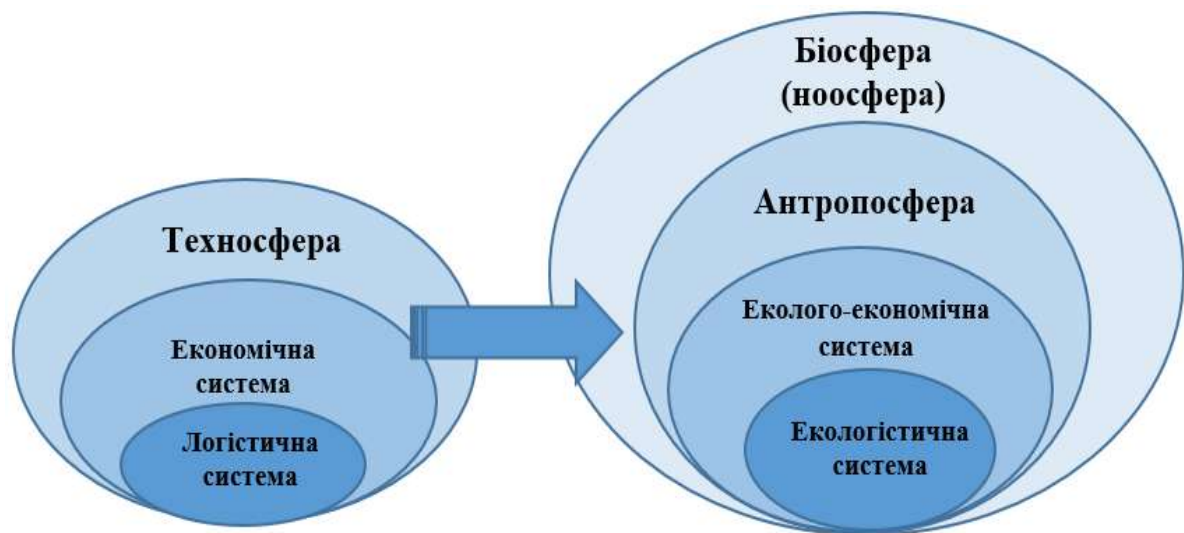


Рисунок 1.8 – Трансформація ЛС в ЕЛС

Якщо ЛС є елементом антропосфери – техногенного середовища, частини біосфери, перетвореної людиною під власні потреби, то ЕЛС є частиною антропосфери та ноосфери, яка охоплює взаємодію техногенного середовища з природньо-ресурсним потенціалом біосфери.

Очевидно, що така трансформація неможлива без створення якісно нової моделі розвитку людства, що спиратиметься на високий рівень духовності та обізнаності в законах існування та розвитку всесвіту.

Сучасною концепцією логістики, яка активно розвивається й останнім часом зазнала впливу екологізації та відповідає моделі циркулярної економіки, є управління ланцюгами поставок (логістичними ланцюгами, *ЛЛ*) – *Supply Chain Management* [1.104, 1.105]. Одним з напрямків розвитку конвергентного екологістичного управління є управління екологістичними ланцюгами (*ЕЛЛ*).

В загальному сенсі *логістичний ланцюг* – система бізнес-процесів, що реалізуються в системі відносин взаємодіючих підприємств-партнерів, інтегрованих в напрямку потоку від джерела сировини до кінцевого споживача [1.106]. Як об'єкт управління *ЛЛ* є складною мезо- або макро-*ЛС*, до складу якої входять *мікро-ЛС* підприємств – учасників ланцюга, що інтегруються між собою.

Розкривають питання застосування екологічного підходу до управління *ЛЛ* в своїх роботах такі вчені, як Ю.В. Варенко, М.Ю. Григорак, Л.М. Зарецька, Є.В. Крикавський, І.І. Мухина, А.В. Смирнова, С. Comtois, Robert D. Klassen, Su-Yol Lee, J.-P. Rodrigue, В. Slack тощо. Моделі *ЛЛ* зі зворотними матеріальними потоками представлені в роботах таких дослідників, як С.С. Алі, В.В. Безкоровайний, Е.М. Букринська, Д.О. Гобов, М.Н. Григор'єв, К.О. Дзюбіна, А.В. Дзюбіна, О.П. Долгов, Д.А. Карх, О.В. Мясникова, С.В. Потапова, А. Тамбовцев, Т. Тамбовцева, С.О. Уваров, В.А. Фалович С.А. Шахназарян тощо.

Відповідно до потреб екологізації логістики, необхідно:

по-перше, подовшити *ЛЛ* від початкового постачальника та кінцевого споживача до природного середовища, куди відпрацьовані продукти, що не мають подальшої споживчої цінності, навіть в якості вторинних матеріальних або енергоресурсів, повинні повернутися з найменшою шкодою для довкілля, та створити *повний ЛЛ* [1.106];

по-друге, враховувати зворотні потоки на кожному етапі функціонування *ЛЛ* від видобутку та переробки сировини через виробництво і розподіл готової продукції до її кінцевого використання або утилізації, розглядаючи *ЛЛ* як *систему зі зворотним зв'язком* [1.107].

Під впливом конвергенції логістичного та еколого-орієнтованого управління *ЛЛ* змінить лінійну структуру та перетвориться на замкнутий *ЛЛ* (*Closed-loop Supply Chain*), що є повним *ЛЛ* зі зворотним зв'язком.

Для успішного досягнення цілей проектування та функціонування *ЕЛС* використання апарату конвергентного логістичного та екологічного управління недостатньо, необхідно застосовувати інструментарій сучасної *методології управління проектами*.

Методологічні засади проектного управління представлені у роботах відомих вітчизняних вчених: А.О. Білощицького, С.Д. Бушуєва, Н.С. Бушуєвої, О.С. Ванюшкіна, В.О. Вайсмана, В.Д. Гогунського, О.Б. Данченко, Є.А. Дружиніна, О.Б. Зачка, К.В. Колеснікової, І.В. Кононенко, К.В. Кошкіна, І.О. Лапкіної, О.М. Медведєвої, В.А. Рача, С.В. Руденко, С.К. Чернова, І.В. Чумаченко, А.В. Шахова тощо.

Значний внесок в розвиток методології управління проектами зробили такі зарубіжні вчені: В.М. Аньшин, Р. Арчибальд, І.А. Бабаєв, В.Н. Бурков, В.І. Воропаєва, О.Ф. Квон, Х. Танака, Дж.Р. Тернер, І.І. Мазур, Д.А. Новіков, Н.Г. Ольдерогге, В.Д. Шапиро, Л.А. Цитович тощо.

Традиційно управління проектами розглядалося як процес досягнення поставленої мети на певний термін відповідно до запланованого бюджетом і якістю кінцевого результату [1.108, 1.109]. Такий підхід відображає історично сформовані джерела виникнення управління проектами як одного з напрямків вирішення локальних задач управління. Сучасний погляд на управління проектами як на методологію (мистецтво) організації, планування, керівництва, координації трудових, фінансових і матеріально-технічних ресурсів протягом проектного циклу, спрямовану на ефективне досягнення його цілей і задоволення учасників проекту [1.108, 1.110, 1.111], передбачає

трактування проекту як системи, що функціонує під впливом турбулентного проектного оточення [1.112].

Методологія управління проектами – це чітко визначена та науково доведена комбінація логічно пов'язаних практик та методів, які дозволяють ефективно планувати, реалізовувати, здійснювати моніторинг та контроль, а також доводити проект до успішного завершення [1.113]. Мета проектної методології – дозволити управляти певним проектом за допомогою прийняття ефективних управлінських рішень.

На даний час існує значна кількість видів методологій управління проектами, які можуть бути як універсальними (*PMI, IPMA, ISO 21500, Agile, P2M, PRUNCE2*) та застосовуватись в управління проектами майже всіх видів, так і тих, що мають екологічну спрямованість (*GPM P5*).

Вибір методології управління проектами є складним завданням, оскільки використання «правильної» методології є одним з ключових факторів успіху проекту [1.113].

Розглядається питання вибору методології управління проектами в роботах [1.114 – 1.118]. В [1.114] надано характеристику водоспадних, спіралеподібних і адаптивних методологій та запропоновано підхід до вибору кращої методології, в основу якого покладено експертне оцінювання факторів проекту й оточення, а також рекомендації щодо застосування проактивних або адаптивних методологій.

Досліджуються питання вибору методології управління проектами в роботі [1.116] з урахуванням того, що не існує ідеальної методології. В роботі пропонується синтезувати в конкретних умовах найбільш ефективну методологію для управління конкретним проектом. Такої ж думки дотримуються автори роботи [1.117], в якій стверджується, що для проекту треба створювати спеціальну методологію, що дозволить підвищити ефективність управління.

В роботі [1.118] наполягається на тому, що вибір методології для проекту з числа вже існуючих має свої переваги, оскільки така методологія

доступна і добре описана, тоді як синтез нової, спеціальної методології є складним, дорогим і тривалим процесом.

Вихід з даної ситуації науковці бачать в конвергенції методологій управління проектами. Дане питання останнім часом розглядається такими вченими, як С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, С.І. Неізвесний, В.М. Бурков, М.С. Дорош та ін. В роботі [1.119] визначається, що основна мета застосування конвергенції методологій – синергія елементів методологій, що конвертуються при розробці методології управління проектами, програмами та портфелями. Стверджується, що ефективним механізмом конвергенції може бути об'єднання кращих елементів методологій, що забезпечує хороший рівень вимог до якості процесу управління (*PRINCE-2; ISO 9001; ISO 10004; ISO 10006; PMBOK; PMI*) з методологіями, що забезпечують вимоги до рівня компетентності учасників проектної діяльності (*ICB IPMA, NTC*) [1.119].

В роботі [1.120] порівнюються конвергенція та інтеграція, стверджується, що на відміну від терміну «конвергенція» (зближення), «інтеграція» (лат. *integratio* – відновлення, заповнення) – це об'єднання в єдине ціле будь-яких елементів або процесів. В [1.121] визначено, що інтеграція та конвергенція систем мають спільні цілі, але різняться за своїми підходами. У першому випадку системи об'єднуються, зберігаючи свою самостійність, а в другому – вони як би зливаються і стають нероздільним цілим. В управлінні проектами інтеграція використовується у декількох предметних областях, в кожній з яких має визначену специфіку.

Під конвергенцією методологій в управлінні проектами пропонується розуміти системно вивірене злиття, об'єднання методологій при дотриманні умов несуперечності елементів об'єднаних методологій [1.122].

Прикладом конвергенції методологій проектного та екологічного управління є Стандарт *GPM P5 «GPM® Global P5™»* [1.123] (Персонал, Планета, Процвітання, Процеси, Продукти).

Стандарт *GPM P5* – це інструмент, який дозволяє привести портфелі, програми і проекти у відповідність зі стратегією організації в галузі сталого

розвитку. У центрі уваги стандарту – вплив процесів і результатів проекту на навколишнє середовище, суспільство, фінансові показники організації та місцеву економіку [1.123].

Головною причиною створення стандарту стало усвідомлення того, що проекти та бізнес-процеси не реалізуються виключно в межах того оточення, для якого вони запускаються. Їх вплив на суспільство і навколишнє середовище, в якому вони виконуються, необхідно фіксувати як один з вимірів успіху проекту. Стандарт *GPM P5* є тим інструментом, який дозволяє організаціям досягати своїх цілей щодо забезпечення сталого розвитку в ході реалізації проектів.

Стандарт *GPM P5* містить в собі «залізний трикутник», гармонізує його з соціальними, економічними та екологічними аспектами, як факторами оточення проекту, а також процеси й продукти з їх взаємозв'язками (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Залізний трикутник проекту та його оточення

Таким чином, можливо обґрунтовано стверджувати, що для *успішної діяльності проектів ЕЛС* задля досягнення цілей сталого розвитку необхідна *конвергенція методологій проектного, логістичного та екологічного управління* (рис.1.10).





Рисунок 1.10 – Конвергенція методологій проектного, логістичного та екологічного управління

Аналіз наукових досліджень з питань управління проектами *ЛС*, які виконувались в роботах В.О. Андрієвської, А.В. Бондар, К.І. Березовської, Т.А. Воркут, Т.А. Ковтун, І.О. Лапкіної, Н.М. Піддубної, С.В. Руденко, К.Л. Семенчук, В.І. Зюзун, Т.М. Шутенко тощо, показав, нажаль, недостатнє приділення уваги екологічним аспектам при реалізації проектів *ЛС*. Вирішити проблему можливо завдяки застосуванню конвергентного управління проектами, яке виражається в конвергенції цінностей, систем, методологій та підходів.

#### **1.4 Обґрунтування конвергенції наукових підходів в управлінні проектами екологістичних систем**

*Конвергенція наукових підходів в управлінні проектами ЕЛС розглядається як зближення загально-управлінських (системного, процесного, сценарного) та природничо-наукових (фізичного, біологічного, екологічного) підходів (рис. 1.11).*



Рисунок 1.11 – Конвергенція наукових підходів в управлінні проектами ЕЛС

Системність є загальною властивістю матерії, формою її існування, а відповідно, і невід'ємною властивістю людської діяльності, її результатів [1.124]. *Системний підхід* представляє проект як «істоту, об'єкт, економічну одиницю» [1.125], а не тільки як завдання управління, направлене на досягнення поставлених цілей, при заданих обмеженнях [1.126].

Дослідженню систем присвячено чимало наукових робіт, автори яких пропонують різні варіанти трактування поняття «система», які в тій чи іншій мірі відображають універсальність поняття [1.127 – 1.133]. До одного з найбільш вдалих можна віднести визначення, запропоноване М. Месаровичем і Я. Такахару [1.131], згідно з яким системою є безліч елементів разом зі зв'язками між цими елементами і їх ознаками. Таким чином, стає очевидним, що ключовими словами в понятті «система» є «елемент» і «зв'язок».

Елемент – це найпростіша неподільна частина системи, що розглядається з точки зору поставленої мети і конкретного завдання, зв'язки – це з'єднання між елементами, що впливають на поведінку елементів і систему в цілому. Види функціональних елементів і зв'язків можуть бути різними. Система може складатися з різних локальних систем (підсистем) і сама в той же час бути підсистемою іншої або багатьох інших систем вищого рівня ієрархії. Елементи системи можуть розглядатись як підсистеми, якщо досліджується їх структура [1.134].

Важливість застосування системного підходу в управлінні проектами полягає в комплексному, багатосторонньому аналізі і синтезі проектованої системи. В роботі [1.135] наголошується на важливості створення різних структур проекту, виявлення зв'язків між ними і характеру даних відносин.

Існує безліч наукових публікацій, автори яких акцентують увагу на застосуванні системного підходу до управління проектами [1.136 – 1.141]. Системний підхід характеризується максимально повним поглядом на проект і дозволяє розглядати його як безліч взаємопов'язаних елементів, що формують систему, яка живе в динамічно мінливому оточенні, яке змінюється як під впливом проекту, так і незалежно від нього [1.143]. Крім того, системний підхід є одним з компонентів структури знань з проектного менеджменту [1.144].

Розглядається проект як керована система дій зі зміни стану об'єкта впливу на протязі життєвого циклу системи в роботі [1.145], а також підкреслюється, що проект повинен бути представлений в явній формі як система, породжувана людською діяльністю.

Пропонується розглядати задачу управління проектом як складною активною системою [1.146]. В активних системах управління проектами суб'єкти управління мають властивості активності, в тому числі свободу цілеспрямованого вибору свого стану.

В роботі [1.147] досліджуються основні принципи системності в управлінні проектами і, посилаючись на [1.148, 1.149], зіставляються зміст базових понять «система» і «проект» шляхом семантичного аналізу цих понять і виділення найбільш істотних загальних характеристик визначень. Завдяки використанню принципів системного підходу, ототожнюється ряд категорій системного аналізу з категоріями з бази знань управління проектами [1.147].

З позицій системного підходу проект *ЕЛС* представляється як система, оскільки він володіє всіма властивостями, характерними для систем.

По-перше, складається з елементів та підсистем, які утворюють внутрішнє середовище. До внутрішнього середовища проекту *ЕЛС* входять

учасники проекту (замовники, інвестори, ініціатори, команда проекту та інші) основні та другорядні [1.150, 1.151] й проектний ресурсний потенціал тощо.

По-друге, елементи системи організовані в структуру завдяки створенню зв'язків між ними [1.152 – 1.154]. До структур проекту *ЕЛС* можна віднести організаційні структури (*OBS*-структури) проекту та його продуктів, структури робіт (*WBS*-структури) проекту, структуру станів проекту тощо.

По-третє, проект *ЕЛС* знаходиться у зовнішньому середовищі та взаємодіє з ним. Зовнішнє середовище проекту поділяється на середовище прямого та непрямого впливу. До середовища прямого впливу належать конкуренти, партнери (постачальники ресурсів та споживачі послуг), контролюючі державні органи та суспільні організації, до середовища непрямого впливу – політичні, економічні, соціальні, демографічні, кліматичні та інші умови, в яких реалізується проект [1.155, 1.156].

В [1.157] внутрішнє та зовнішнє середовище проекту поділяють на проектний потенціал та проектне середовище відповідно. Проект *ЕЛС* як складна система має велику кількість елементів у внутрішньому середовищі, між якими встановлюються зв'язки. Крім того, для таких проектів характерна наявність великої кількості елементів зовнішнього середовища, які утворюють чисельні зв'язки з елементами внутрішнього середовища проекту.

По-четверте, проект *ЕЛС* володіє системною властивістю – емерджентністю, завдяки якій стає можливим отримати результат – продукти проекту *ЕЛС*.

*Процесний підхід* в управлінні проектами поряд з системним, проектним і сценарним підходами становить основу методологічної бази управління проектами [1.158]. В [1.149] проект розглядається як комплекс взаємопов'язаних процесів – серій дій, які ведуть до отримання певного результату.

Доцільність використання процесного підходу впливає з визначень самого проекту, що використовуються в документах, які носять нормативний характер або мають статус міжнародної або національної системи вимог

(стандартів) в області менеджменту проектів, процесів управління або менеджменту якості.

Процесний підхід рекомендований методологією *PRINCE (Projects In a Controlled Environment)* [1.159] та *ISO 10006* «Міжнародної процедурою контролю якості управління проектами» [1.160]. Процесна концепція управління проектами полягає в тому, що складний інтегрований процес управління проектом описується за допомогою процесів, з яких він складається, й їх взаємозв'язків. В даному випадку під процесами розуміються дії та процедури, пов'язані з реалізацією функцій управління, що відповідає трактуванню поняття «процес» Міжнародною Організацією по Стандартизації *ISO* [1.160].

В [1.158] відзначається, що процесний підхід пов'язаний з необхідністю регламентувати і уніфікувати дії менеджерів проектів, привести їх до повторюваних процесів з описом вхідних і вихідних параметрів (ресурсів), а також набору дій, які перетворюють вхід у вихід. Процесний підхід прив'язується до певної предметної області і дозволяє формалізувати дії проектного менеджера.

В залежності від області докладання зусиль, процеси проекту поділяються на дві групи:

- процеси управління проектами, що зосереджуються на описі й упорядкуванні робіт в проекті та є ідентичним для більшості проектів;
- процеси, орієнтовані на продукт, зосереджені на визначенні і створенні продукту проекту, які визначаються відповідно до життєвого циклу проекту і варіюються залежно від прикладної сфери [1.149].

Процеси управління проектами і процеси, орієнтовані на продукт, накладаються і взаємодіють по всьому проекту. Наприклад, зміст проекту не може бути заданий у відриві від деяких основних концепцій того, як створити продукт [1.149].

Що стосується проектів *ЕЛС*, то до першої групи процесів відносяться процеси управління проектом *ЕЛС* – процеси ініціалізації, планування,

виконання, контролю та закриття, а до другої групи належать процеси, орієнтовані на продукт певної фази проекту: проектну документацію, екологістичну систему, комплекс послуг по просуванню матеріального потоку (прямого, зворотного), комплекс послуг з відродження екосистеми.

Аналіз наукових досліджень з питань процесного підходу в управлінні проектами [1.161 – 1.163] показав наявність різних думок стосовно ідентифікації процесів, що складають єдиний контур управління проектом, та неоднозначне розуміння сутності самих процесів управління проектом. Але можна стверджувати, що, незалежно від наявності розбіжностей в ідентифікації процесів, всі вони направлені на зміну стану проекту. Процес зміни станів проекту характеризується такими властивостями, як незворотність, спрямованість, закономірність [1.164].

Незворотність – властивість процесів протікати в певному напрямку без можливості повернення в початковий стан. Проект є тією системою, яка не може повернутися в початковий стан без докладання певних зусиль (виконання додаткових робіт) і зміни свого життєвого шляху. Проект несиметричний і нециклічний за часом і в кожен момент часу знаходиться на певному етапі життєвого циклу [1.163].

Спрямованість передбачає можливість системи змінюватися в певному напрямку. Спрямованість змін проекту впливає з його визначення: «проект - деяка задача з певними вихідними даними і необхідними результатами (цілями), що обумовлюють спосіб її вирішення» [1.165]. Саме цілепокладання проекту визначає напрямок зміни його станів на протязі життєвого циклу.

Закономірність – властивість системи змінюватися відповідно до визначених законів. Закономірність змін проекту простежується в дії закону причинно-наслідкових зв'язків, коли при однакових початкових умовах, однакових умовах здійснення і однаковому розвитку подій досягається однаковий результат. Наявність закономірностей дозволяє робити припущення про майбутню результативності проекту [1.163].

Таким чином, процес зміни станів проекту є його розвитком. Дане твердження впливає з визначення розвитку як незворотньої, спрямованої, закономірної зміни матеріальних й ідеальних систем [1.166].

Науковці приділяють увагу процесу розвитку проекту [1.167 – 1.170]. Проект розглядається як частина загального шляху розвитку системи (організації) в [1.168]. Можливість розвитку проекту завдяки внутрішнім інноваціям обґрунтовується в [1.169]. Зовнішнє середовище проекту розглядається як джерело додаткових можливостей для розвитку проекту в [1.170].

Управління проектом *ЕЛС* можна представити як комплекс управлінських впливів, що забезпечують розвиток проекту відповідно його життєвому шляху або траєкторії розвитку [1.171, 1.172]. Кожний вплив має бути спрямованим (підпорядкований спільній цілі проекту), незворотним (переводити проект в новий стан) і закономірним (приводити до певних наслідків).

Врахувати невизначеність майбутніх умов реалізації проекту можливо завдяки застосуванню *сценарного підходу*, який пов'язаний з процесами прийняття управлінських рішень в проекті [1.158] та передбачає наявність множини альтернативних варіантів розвитку проекту.

Сценарний підхід набув особливої популярності в останні десятиліття [1.173, 1.174], що пов'язано з необхідністю передбачити результати господарчої діяльності економічних об'єктів в умовах турбулентності зовнішнього оточення.

Сценарний підхід – це підхід, в якому проводять теоретичний аналіз системи, що має за мету – виявити можливі варіанти розвитку подій і визначити їх наслідки. Сценарна методика також має на увазі під собою проведення розрахунків з даними, які відповідають альтернативним сценаріям розвитку майбутнього [1.175]. Під сценарієм розуміється передбачуваний або можливий хід подій [1.176], від прогнозу він принципово відрізняється тим,

що не є пророкуванням майбутнього, заснованим на вже відомих тенденціях та фактах [1.177].

Застосування сценарного підходу в управлінні проектами дозволяє врахувати багатоваріантність траєкторій розвитку проекту шляхом формування множин параметрів станів проекту, різні поєднання яких дозволяють синтезувати альтернативні варіанти (сценарії) проекту. Аналіз ефективності сценаріїв проекту сприяє збільшенню обсягу інформації про проект, що, в свою чергу, знижує невизначеність умов його здійснення.

Невизначеність припускає наявність неповноти і неточності інформації про умови реалізації проекту, в тому числі про пов'язані з ними результати. Зміни умов реалізації можуть призвести до відхилень від детермінованої траєкторії розвитку проекту, тобто до виникнення ситуацій ризику [1.178 – 1.182].

Застосування *природничо-наукових підходів в управлінні проектами* обумовлено еволюційним розвитком світогляду людства, усвідомленням універсальності законів природи. «Природа – великий перший організатор; і сама людина – лише одне з її організаційних творів, – писав А. Богданов. – Найпростіша з живих клітин, мабуть тільки при тисячних збільшеннях, за складністю та досконалістю організації далеко перевершує все, що вдається організувати людині, яка є учнем природи і поки ще дуже слабким» [1.183].

Системний підхід є основоположним у використанні *біологічного підходу* в управлінні проектами, сутність якого полягає у застосуванні принципів та механізмів життєдіяльності біологічних систем (істот, організмів, популяцій тощо) в управлінні небіологічними системами (організаціями, проектами, спільнотами тощо).

Засновник теорії систем Людвіг фон Берталанфі виділяв загальні характерні риси, які притаманні будь-яким складним організаціям як біологічної, так і соціальної природи, та визначив систему як «комплекс взаємодіючих елементів» [1.184]. Подібними питаннями займався А.А. Богданов, створюючи теорію організації [1.163].



Застосування біологічного підходу спостерігається в різних сферах життя людини, зокрема при проектуванні складних технічних систем (наприклад, літаків, гелікоптерів, кораблів) використовуються механізми функціонування живих істот (птахів, комах, риб), при соціальному прогнозуванні враховуються принципи поведінки популяцій тварин, при будівництві складних архітектурних об'єктів застосовуються принципи побудови конструкції елементів флори та фауни тощо.

Яскравим проявом біологічного підходу в управлінні є концепція індустріального метаболізму [1.185, 1.186]. Основою синергетичного підходу також є зразки поведінки живих істот та організмів.

Дослідженням питаннями метаболізму в соціально-економічних системах займалися С.А. Подолинський, В.І. Вернадський, Н.Д. Кондратьєв, Н.Ф. Реймерс, В.Л. Іноземцев в роботах [1.187 – 1.191].

Застосування біологічного підходу до управління організацією, основним постулатом якого є погляд на організацію (підприємство) як на живу істоту, пропонується в [1.192, 1.193].

Подібність організації з живим організмом і доцільність трансформації законів і правил життєдіяльності живих організмів на системи надбіологічного рівня організації наголошується в [1.194, 1.195].

Останнім часом спостерігається використання різних напрямків застосування біологічного підходу в управлінні проектами. В роботах [1.196 – 1.199] І.А. Бабаєва, С.Д. Бушуєва, Г.Д. Бушуєвої, Т.А. Ковтун розглядаються питання генетичного підходу як різновиду біологічного підходу в управлінні проектами.

В роботі [1.200] С.Д. Бушуєв, Д.А. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, Л.С. Чернова запропонували модель бенчмаркінгу на основі генетичних механізмів в управлінні проектами.

В [1.201] підкреслюється, що генетичний підхід полягає в застосуванні біологічної аналогії до проектів, що проявляється у використанні термінів, визначень, моделей і методів генетики в управлінні проектами. Через призму

генетичного підходу розширюється погляд на проектне управління. Робота [1.202] Д.А. Бушуєва присвячена дослідженню імунних механізмів управління проектами розвитку організацій, що здійснюється по аналогії з живими організмами.

До природничо-наукових підходів, що застосовуються при конвергентному управлінні проектами *ЕЛС*, відноситься *фізичний підхід*, який припускає застосування фізичних законів в процесі здійснення проектної діяльності.

Спроба об'єднати фізику і економіку відбулася в кінці 90-х років ХХ століття, в результаті виникла нова дисципліна «еконофізика», основи якої описані в роботі «*An Introduction to Econophysics*» [1.203]. До того часу в економіці накопичилися завдання, які не могли бути вирішені в рамках цих наук.

Для рішення таких задач передбачалося використовувати апарат і методологію теоретичної фізики. В еконофізиці основний акцент робиться на математичному моделюванні процесів розвитку і еволюції, яке в перспективі може привести до побудови економіки за зразком та подібно точних і природничих наук [1.204].

Застосування універсальних законів фізики для опису економічних явищ і закономірностей є новим, мало дослідженим науковим напрямком, але при цьому дозволяє дослідникам зрозуміти ті аспекти організаційного управління, які були раніше незбагненні.

Оскільки проект *ЕЛС* є складною стаціонарною системою надбіологічного рівня організації можна припустити, що процес його управління підпорядковується деяким загальним законам управління системами, відображеним у фізичному підході.

Таким чином, для підвищення успішності реалізації проектів *ЕЛС* в дисертаційному дослідженні пропонується застосовувати типи конвергенції, представлені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Типи конвергенції в проектах *ЕЛС*

Тип конвергенції	Елементи конвергенції	Результат конвергенції
Конвергенція цінностей	Економічні, соціальні та екологічні цінності	Концепція сталого розвитку
Конвергенція систем	Логістична, екологічна системи	<i>ЕЛС</i>
Конвергенція методологій	Методології проектного, логістичного, екологічного управління	Методологія конвергентного управління проектами <i>ЕЛС</i>
Конвергенція підходів	Загально-управлінські та природничо-наукові підходи	Моделі та методи конвергентного управління проектами <i>ЕЛС</i>

Кожен тип конвергенції в призводить до певного результату:

- конвергенція цінностей, що виникла завдяки зміні світоглядної парадигми людства, призвела до формування принципів концепції сталого розвитку,
- конвергенція систем, що базується на впровадженні логістичного та екологічного управління, призвела до створення *ЕЛС* [1.205],
- конвергенція методологій проектного, логістичного та екологічного управління призвела до створення нової методології конвергентного управління проектами *ЕЛС* [1.206, 1.207],
- конвергенція загально-управлінських та природничо-наукових підходів дозволяє розробити моделі та методи конвергентного управління проектами *ЕЛС*.

Представлені типи конвергенції в проектах *ЕЛС* пов'язані між собою. Конвергенція економічних та екологічних цінностей, покладена в основу концепції сталого розвитку, понукає до створення нового типу систем – *ЕЛС*.

При управлінні проектами *ЕЛС* пропонується застосовувати нову методологію конвергентного управління проектами, яка базується на конвергенції методологій проектного, логістичного та економічного управління, в межах якої здійснюється конвергенція загально-управлінських та природничо-наукових підходів (рис. 1.12).

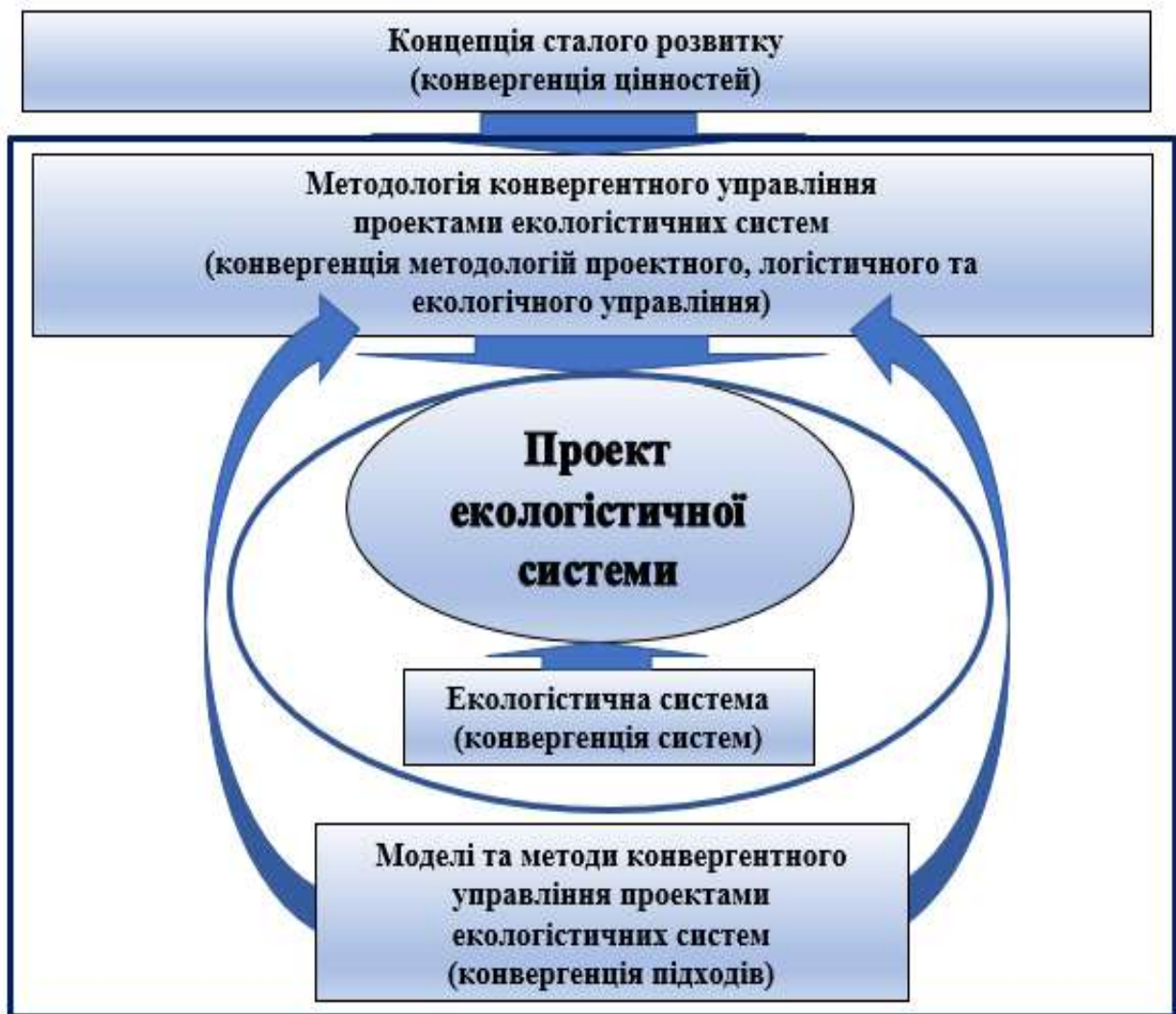


Рисунок 1.12 – Конвергенція в управлінні проектами *ЕЛС*

### 1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдання дослідження

1. Обґрунтовано доцільність розробки та застосування нової методології конвергентного управління проектами *ЕЛС*, яке полягає в конвергенції

цінностей, систем, методологій та підходів, на основі проведеного аналізу наукового базису конвергентного управління.

2. 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. Проаналізовано роль екологізації у досягненні цілей сталого розвитку, яка представлена екологічною складовою в завданнях до 12 цілей з 17 заявлених в концепції.

3. Зазначено, що досягнення цілей сталого розвитку можливо завдяки зміні лінійної моделі економіки на циркулярну, яка спрямована на підтримку цінності продуктів, матеріалів і ресурсів протягом якомога довшого часу шляхом їх повернення в виробничий цикл при мінімізації утворення відходів, тобто зменшує екодеструктивний вплив на довкілля.

4. Визначено правила та контур екологістики в рамках концепції сталого розвитку, який відображає цілі, спрямовані на конвергенцію економічних, соціальних та екологічних цінностей: економічні – покращення значень економічних показників функціонування підприємств завдяки застосуванню інструментів екологічної логістики; соціальні – формування умов безпечного для суспільства виробництва, розподілу та використання продукції; екологічні – зменшення екодеструктивного впливу логістичної діяльності на довкілля.

5. Доведено, що конвергенція на рівні цінностей призвела до конвергенції на рівні систем, що обумовило виникнення складних еколого-орієнтованих економічних систем, до яких відносяться *ЕЛС* – логістичні системи, які складаються з елементів-ланок, взаємозв'язаних через циркулярні процеси в процесі управління рухом прямих та зворотних логістичних потоків. *ЕЛС* являються інструментом впровадження принципів циркулярної економіки задля досягнення цілей сталого розвитку.

6. Обґрунтовано, що успішне управління *ЕЛС* потребує застосування нової методології, яка базується на конвергенції методологій проектного,

логістичного та екологічного управління. Методологію конвергентного управління проектами *ЕЛС* визначено як систему підходів, концепцій, моделей, методів та інструментів в межах впровадження моделі циркулярної економіки як пріоритетного напрямку розвитку суспільства.

7. Визначено, що проект *ЕЛС* є складною стаціонарною системою надбіологічного рівня організації.

8. Зазначено, що конвергентне управління проектами *ЕЛС* потребує застосування моделей та методів управління, що базуються на конвергенції загально-управлінських (системного, процесного й сценарного) та науково-природничих (біологічного, екологічного та фізичного) підходів.

Логічно-структурна модель наукового дослідження, відповідно до поставленої мети та завдань, представлена на рисунку 1.13.

## 1.6 Список використаних джерел до розділу 1

- 1.1 Загорський В., Борщук Є., Жолобчук І. Забезпечення сталого розвитку національної економіки: соціальні та екологічні аспекти. *Ефективність державного управління* : збірник наукових праць. 2015. Вип. 44. С.9–17.
- 1.2 Скоробогатова Т.Н. Конкуренентоспособность сферы услуг в аспекте экологической логистики. *Культура народов Причерноморья*. 2001. № 18. Т. 2. С. 15–161.
- 1.3 Прогноз розвитку світової економіки до 2030 року. URL: <https://strategy.uifuture.org/prognoz-rozvitku-svitovoi-ekonomiki-do-2030e.html> (дата звернення: 02.05.2019).
- 1.4 Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник / под. ред. проф. Л.Г. Мельника (Украина) и проф. Л. Хенса (Бельгия). Сумы : ИТД «Университетская книга», 2007. 1120 с.

**Тема: Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем**

**Мета: підвищення ефективності проектів екологістичних систем завдяки застосуванню моделей, методів та механізмів, що формують методологію конвергентного управління проектами**

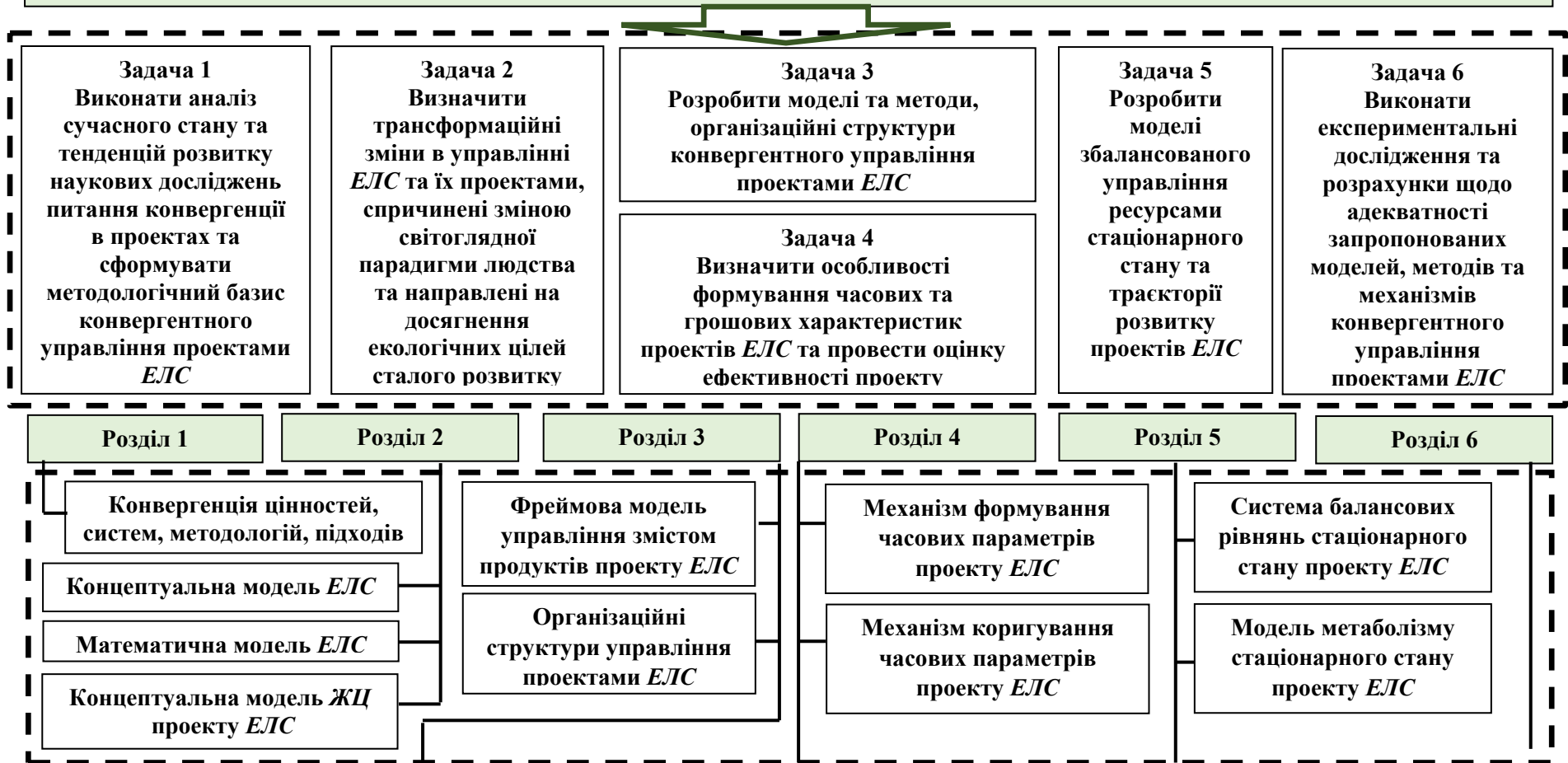


Рисунок 1.13 – Логічно-структурна модель дослідження



Рисунок 1.13 – Логічно-структурна модель дослідження (продовження)





Рисунок 1.13 – Логічно-структурна модель дослідження (продовження)

- 1.5 Декларация по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро. 3-14 июня 1992. URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/riodecl.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml) (дата звернення: 12.04.2019).
- 1.6 Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. Женева : Центр «За наше общее будущее», 1993. 70 с.
- 1.7 Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2027 року : Постанова КМУ від 5 серпня 2020 р. № 6955. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-п#Text> (дата звернення: 17.09.2019)
- 1.8 Подолинський С.А. Вибрані твори / упоряд. Л.Я. Корнійчук. Київ : КНЕУ, 2000. 328 с.
- 1.9 Вернадський В. Декілька слів про ноосферу. Хроніка. Київ, 2004. Вип. 57/58. С. 485–495.
- 1.10 Barbier E. The Concept of Sustainable Economic Development. *Environmental Conservation*. №14 (2), 1987. P. 101–110.
- 1.11 Словник української мови : в 11 т. / АН УРСР. Інститут мовознавства / за ред. І.К. Білодіда. Київ : Наукова думка, 1970-1980. Т. 4. С. 256.
- 1.12 Вертелева О.В., Вертелева О.О. Економічна конвергенція країн ЄС та перспективи євроінтеграції України. *Економіка та держава* . 2014. № 11. С. 97–100.
- 1.13 Залуцький В.П. Сутність соціально-економічного розвитку машинобудівних підприємств : методи та принципи їх забезпечення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19. 2011. С. 163–169.
- 1.14 Цели в области устойчивого развития. Организация Объединенных Наций. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/summit/> (дата звернення: 20.10.2020)
- 1.15 Sustainable Development Report 2019. URL: <https://www.sdindex.org/> (дата звернення: 25.10.2020)

- 1.16 Ковтун Т.А. Визначення ролі екологізації в досягненні цілей сталого розвитку. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2020. № 2 (71). С. 63–81.
- 1.17 Кравців В.С. Регіональна екологічна політика в Україні (теорія формування, методи реалізації) : моногр. / НАН України, Ін-т регіон. дослідж. Львів, 2007. 338 с.
- 1.18 Мельник Л.Г. Екологічна економіка : підручник. Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. 348 с.
- 1.19 Садеков А.А. Механізми еколого-економічного управління підприємством : монографія. Донецьк : Вид-во ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2002. 310 с.
- 1.20 Екологієорієнтоване логістичне управління виробництвом : монографія / Є.В. Мішенін та ін.; за наук. ред. д.е.н., проф. Є.В. Мішениніна. Суми : ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. 248 с.
- 1.21 Пахомова Н., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент : учебник для ВУЗов. СПб. : Питер, 2003. 544 с.
- 1.22 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.
- 1.23 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.
- 1.24 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.
- 1.25 Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа – человек – техника : уч. для вузов / под общ. ред. А.П. Кузьмина. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 343 с.

- 1.26 Оценка оценок окружающей среды Европы. Европейское агентство по окружающей среде. Обобщающий доклад. Копенгаген, 2011. 220 с. URL: <http://www.eea.europa.eu>. (дата звернення: 10.08.2020)
- 1.27 Програма ООН з навколишнього середовища (United Nations Environment Programme, ЮНЕП). URL: <http://www.javirua.org/programa-organizacii-obyednanix-nacij-z-navkolishnogo-seredovishha-unep/> (дата звернення: 10.07.2020)
- 1.28 Бобылев С.Н. Экология и экономика: взгляд в будущее. *Зеленый мир*. 2003. № 7/8. С. 18–20.
- 1.29 Астахов А.С., Бушуев В.В., Голубев В.С. Устойчивое развитие и национальное богатство России. Москва : Энергия, 2009. 79 с.
- 1.30 Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур. ЮНЕП, 2011. 52 с.
- 1.31 The Global Green Economy Index 2018. Dual Citizen LLC. URL: <https://dualcitizeninc.com/GGEI-2018.pdf> (дата звернення: 15.09.2020).
- 1.32 Цілі сталого розвитку. Україна. Добровільний національний огляд. Департамент стратегічного планування та макроекономічного прогнозування. Київ, 2020. 117с.
- 1.33 Про відходи: Закон України від 05.03.98 № 187/98-ВР. Відомості Верховної Ради України, 1998, № 36–37, ст. 242.
- 1.34 Держстатистика України. Статистична інформація. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper\\_new.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html). (дата звернення: 25.12.2020)
- 1.35 Букринская Э.М. Реверсивная логистика : учебное пособие. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 79 с.
- 1.36 Региональные проблемы сбалансированного развития процесса природопользования : Эколого-экономический, организационный и правовой аспекты. СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1999. 509 с.

- 1.37 Алимусаев Г.М. Логистическая поддержка хозяйствования в условиях риска, экономических санкций и неопределенности среды. *РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция*. 2014. № 4. С. 13–16.
- 1.38 Біла І.С., Красман Н.В. Розвиток ресурсозбереження в Україні. *Економіка та управління національним господарством*. 2018. Вип. 21. С. 53–58.
- 1.39 Сторожук Т.М. Облікова політика підприємства щодо відходів. *Облік і фінанси АПК*. 2009. № 1. URL: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/oif\\_apk/2009\\_1/18\\_Storo.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/oif_apk/2009_1/18_Storo.pdf). (дата звернення: 20.06.2020)
- 1.40 Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Межі зростання. 30 років потому. Київ : Пабулум, 2008. 464 с.
- 1.41 Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, 2.12.2015, Brussels, 2015. 614 final. URL: <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1453384154337&uri=CELEX:52015DC064> (дата звернення: 13.09.2020)
- 1.42 Синякевич І.М. Економіка природокористування : навч. посібник. Київ : ІЗМН, 1996. 156 с.
- 1.43 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.
- 1.44 Букринская Э.М. Реверсивная логистика : учебное пособие. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 79 с.
- 1.45 Освіта в інтересах сталого розвитку в Україні. URL: <http://ecoosvita.org.ua/calc>\_(дата звернення: 15.09.2020)

- 1.46 Цели в области устойчивого развития. Организация Объединенных Наций. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/summit/> (дата звернення: 25.10.2020)
- 1.47 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241. URL: [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key\\_findings\\_wpp\\_2015.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf) (дата звернення: 15.09.2020)
- 1.48 Vaughn J. The circular economy / J. Walter Thompson Company, 2014. URL: [www.jwtintelligence.com/2014/06/trend-report-the-circular-economy/](http://www.jwtintelligence.com/2014/06/trend-report-the-circular-economy/) (дата звернення: 16.09.2020)
- 1.49 Brinkman J. Waste to Wealth / Accenture. URL: [ec.europa.eu/environment/integration/green\\_semester/pdf/07\\_09\\_2015/5.%20Accenture%20-%20Waste%20to%20wealth%20-%20creating%20advantage-final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/green_semester/pdf/07_09_2015/5.%20Accenture%20-%20Waste%20to%20wealth%20-%20creating%20advantage-final.pdf) (дата звернення: 10.09.2020)
- 1.50 Техноекологія : підручник / М.С. Мальований та ін. Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2013. 424 с.
- 1.51 Шелудченко Б.А., Малиновський А.С., Зосимович М.В. та ін. Інженерна екологія. Основи техноекології : навч. посіб. Житомир, «Волинь», 1999. 216 с.
- 1.52 Ковтун Т.А. Ресурсне забезпечення проектів на морському транспорті (звіт про НДР проміжний). № державної реєстрації 0115U001589. Одеса : ОНМУ, 2017. Розділ 3.4.
- 1.53 Costanza R., de Groot R., Sutton P., Van der Ploeg S., Anderson S. J., Kubiszewski I. & et. al. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 2014. № 26 (1). P. 152–158.
- 1.54 Мишенин. Е.В., Коблянская И.И. Перспективы и механизмы развития «циркулярной» экономики в глобальной среде. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2017. № 2. С. 329–343.

- 1.55 P. Ghisellini C. Cialani & S. Ulgiati. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. № 114. P. 11–32.
- 1.56 Roos G. Business model innovation to create and capture resource value in future circular material chains. *Resources*. 2014. № 3. P. 248–274.
- 1.57 Murray A., Skene K. & Haynes K. The Circular Economy : An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*. 2017. Vol. 140(3).P. 369–380.
- 1.58 Accenture. Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth / Accenture. 2014. URL: [https://www.accenture.com/t20150523T053139\\_\\_w\\_/usen/\\_acnmedia/Accenture/ConversionAssets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy\\_6/Accenture-Circular-Advantage-Innovative-Business-Models-Technologies-Value-Growth.pdf](https://www.accenture.com/t20150523T053139__w_/usen/_acnmedia/Accenture/ConversionAssets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy_6/Accenture-Circular-Advantage-Innovative-Business-Models-Technologies-Value-Growth.pdf) (дата звернення: 21.09.2020)
- 1.59 Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Ветрова М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития. *Вестник СПбГУ. Экономика*. 2017. Т.33. Вып.2 С. 244–268.
- 1.60 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.
- 1.61 Валько Д.В. Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Экономика и экологический менеджмент*. 2019. № 2. С. 42–49.
- 1.62 Houshyar A., Hoshyar A., Sulaiman R. Review Paper on Sustainability in Manufacturing System. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 2014. Vol. 4 (4). P. 7–11.
- 1.63 Mezhhgosudarstvennyi standart GOST 30772 – 2001 «Resursosberezhenie. Obrashchenie s otkhodami. Terminy i opredeleniya» Resources saving.

- Waste treatment. Terms and definitions / Vveden v deistvie postanovleniem Gosstandarta RF ot 28 dekabrya 2001 g. № 607-st. URL: docs.cntd.ru/document/gost-30772-2001 (дата звернення 22.05.2020).
- 1.64 Ellen MacArthur Foundation: Towards a Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition / Ellen MacArthur Foundation. 2015.  
URL: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf) (дата звернення 20.04.2020)
- 1.65 Gray C., Charter M. Remanufacturing and product design. *International Journal of Product Development*. 2008. Vol. 6, № 3/4. P. 375–392.
- 1.66 Potting J., Hekkert M., Worrell E., Hanemaaijeret A. Circular Economy : Measuring Innovation in the Product Chain. Netherlands Environmental Assessment Agency. 2017. 46 p. URL: [www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf) (дата звернення 20.05.2020)
- 1.67 Van Buren N. et al. Towards a circular economy: the role of dutch logistics industries and governments. *Sustainability*. 2016. № 647. URL: [www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647](http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647) (дата звернення 12.04.2020).
- 1.68 Amelia L. et al. Initiating automotive component reuse in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*. 2009. Vol. 17, Vol. 17. P. 1572–1579.
- 1.69 Ellen MacArthur Foundation: Towards a Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition. 2015. URL: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf) (дата звернення 20.04.2020)
- 1.70 Braungart M., McDonough W. Cradle to cradle : Remaking the way we make things. North Point Press. 2010. 208 p.
- 1.71 Батова Н., Сачек П., Точицкая И. Циркулярная экономика в действии : формы организации и лучшие практики. BEROC Green Economy Policy Paper Series. 2018. URL: <http://www.beroc.by/greenecology/research/ge-5/> (дата обращения 09.06.2020).



- 1.72 Забуранна Л.В. Логістичне управління підприємством: сутність та передумови розвитку. *Сталий розвиток економіки*. 2010. № 7. С. 120–123.
- 1.73 Паласюк Б. Логістичне управління підприємством: сутність і основні принципи. *Галицький економічний вісник*. 2012. № 3 (36). С. 166–170.
- 1.74 Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика : учебник / под ред. В.И. Сергеева. Москва : Эксмо, 2012. 944 с.
- 1.75 Веклич О. А. Эколого-экономические противоречия. Київ : Наук. думка, 1991. 144 с.
- 1.76 Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії. Львів : НТШ, 1997. 240 с.
- 1.77 Синякевич І.М. Екологічні і соціальні виклики двадцять першого століття : проблеми їх подолання. Наук. вісник: УкрДЛТУ: *Менеджмент природних ресурсів: екологічна і лісова політика*. Львів : УкрДЛТУ, 2004. Вип. 14.2. С. 8–15.
- 1.78 Екологічне управління : підруч. для студ. екологіч. спец. вищ. навч. закл. / Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Білявський Г.О. та ін. Київ : Либідь, 2004. 432 с.
- 1.79 Дерябин В.А., Фарафонтова В.А. Экология : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 136 с.
- 1.80 Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология : Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления глобального экологического кризиса; обзор современных принципов и методов защиты биосферы: учебник для вузов; под ред. В.Ф. Панина. политехнический университет. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 327 с.
- 1.81 Мішенін Є.В., Коблянська І.І. Логістичне управління промисловим виробництвом у контексті розвитку «зеленої» економіки в Україні. *Економіст*. 2012. № 1. С. 8–12.

- 1.82 Альбеков А.У. Логистика в управлении коммерческим оборотом вторичных ресурсов : монография. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 1998.124 с.
- 1.83 Букринская Э., Мясникова Л. Логистическое обеспечение рециклинга ТБО в мегаполисе. *Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция*. 2006. № 4. С. 38–45.
- 1.84 Stock J.R., Reverse Logistics.1992. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL. URL: [https://www.lomag-man.org/reverselogistique/ReverseLogisticsintheSupplyChain7\\_J-stock.pdf](https://www.lomag-man.org/reverselogistique/ReverseLogisticsintheSupplyChain7_J-stock.pdf) (дата звернення 09.04.2020).
- 1.85 Екологієорієнтоване логістичне управління виробництвом : монографія / Мішенін Є.В., Коблянська І.І., Устік Т.В., Ярова І.Є.; за наук. ред. д.е.н., проф. Є.В. Мішениніна, Суми : ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. 248 с.
- 1.86 Корпоративная логистика: 300 ответов на вопросы профессионалов; под общ. и научн. ред. проф. В.И. Сергеева. Москва : ИНФРА-М, 2005. 976 с.
- 1.87 Пахомова Н., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент : учебник для ВУЗов. СПб. : Питер, 2003. 544 с.
- 1.88 Rogers Ds. Tibben-lemcke R. An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*. 2001. № 22 (2). P.129–145.
- 1.89 Rodrigue J-P. Slack B., Comtois C. Green logistics (the paradoxes of). *The handbook of logistics and supply chain management*. London : Pergamon, 2001. P. 339–350.
- 1.90 Li Yanbo, Liu Songxian. The Forms of Ecological Logistics and Its Relationship Under the Globalization. *Ecological Economy*. 2008. № 4. P. 290–298.
- 1.91 Григорак М.Ю., Варенко Ю.В. Принципы «зеленой» логистики в деятельности логистических провайдеров. URL: <http://www.aticmd.md>

/wp-content/uploads/2014/04/ V\_2\_17\_MMOTI\_Grigorac\_Varevko\_.pdf.  
(дата звернення 25.07.2020).

- 1.92 Зарецкая Л.М. Исследование возможностей применения «зеленых» технологий при управлении цепями поставок. *Торгово-экономический журнал*. 2015. № 2 (2), С. 91–100.
- 1.93 Lee Su-Yol, Klassen Robert D. Drivers and Enablers That Foster Environmental Management Capabilities in Small-and Medium-Sized Suppliers in Supply Chains». *Production and Operations Management Society*. Vol. 17. № 6. P. 573–586.
- 1.94 Saroha R. Green Logistics and its Significance in Modern Day Systems. *International Review of Applied Engineering Research*, 2004. Vol. 4. № 1. P. 89–92.
- 1.95 Мухина И.И., Смирнова А.В. «Зеленая» логистика». *Мир транспорта*. 2016. № 1. С. 186–190.
- 1.96 Чорток Ю.В. Екологічна стратегія логістичної діяльності торгових підприємств *Прометей* : регіональний збірник наукових праць з економіки. Донецьк: ДЕГІ, Вип. №2 (23). 2007. С. 226–229.
- 1.97 Герами В.Д. Государственное регулирование и рыночное саморегулирование в сфере «зеленой» логистики. Сб. науч. ст. Москва : Эс-Си-Эм Консалтинг, 2015. С. 36–44.
- 1.98 Некрасова М.Н. Конспект лекций к курсу «Модели управления природопользованием и ОВОС. URL: [http://web-local.rudn.ru/weblocal/disc/disc\\_4216/prog.php](http://web-local.rudn.ru/weblocal/disc/disc_4216/prog.php). (дата звернення 29.11.2020).
- 1.99 Haw-Jan Wu, Steven C. Dunn. Haw-Jan Wu. Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 1995. P. 20–38.
- 1.100 Попов В., Крайнюченко И. Создать теорию экологистики. *Логистика*. 2008. № 2. С. 13.

- 1.101 Коблянская И.И. Структурно-функциональные основы формирования эколого-ориентированной логистики. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2009. № 1. С. 91–98.
- 1.102 Вержбицкий О. Экологистика: экономика + экология. *Дистрибуция и логистика* : всеукраинский информационно-аналитический журнал. 2012. № 10. С. 8–11.
- 1.103 Абрамова Т.С., Кускова Е.С., Карпова Н.П. Экологические направления развития логистики. *Проблемы экономики и менеджмента*. 2014. № 6 (34). С. 21–23.
- 1.104 Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок. СПб. : Питер, 2004. 316 с.
- 1.105 Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок : учеб. для МВА. Москва : Эксмо, 2014. 940 с.
- 1.106 Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Логистика. Продвинутый курс. В 2 т. Т.1 : учебник для бакалавриата и магистратуры 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2015. 472 с.
- 1.107 Али С.С. Оптимизационный подход в управлении «зелеными» цепочками поставок с обратной связью. *Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах*. 2015. №2 (44), Т. 21. С.121–146.
- 1.108 Колтынюк Б.А. Инвестиционные проекты : учебн. СПб. : Изд-во Михайлова В.А., 2000. 422 с.
- 1.109 Пинто Дж.К. Управление проектами / пер. с англ. В. Н. Футова. СПб. : Питер, 2004. 464 с.
- 1.110 Тянь Р.Б., Холод Б.І., Ткаченко В.А. Управління проектами : підруч. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 224 с.
- 1.111 Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами : учебн. пособие. Москва : ОМЕГА-Л, 2004. 405 с.

- 1.112 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Модели и методы стратегического развития организаций от «видения» к реальности. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 4. С. 5–13.
- 1.113 McConnell E. Project Management Methodology: Definition, Types, Examples. URL: [http:// www.mymanagementguide.com/basics/project-methodology-definition/](http://www.mymanagementguide.com/basics/project-methodology-definition/) (дата звернення 13.10.2020).
- 1.114 Okwumabua, G. Selecting the Right Project Management Methodology. URL: <http://www.mythics.com/about/blog/selecting-the-right-project-management-methodology> (дата звернення 21.07.2020).
- 1.115 Hanif T. & Limbachiya M. Selecting the right project management approach using 6P. *24th World Conference IPMA* (International Project Management Association). Istanbul, Turkey, 2010. P. 183–189.
- 1.116 Кононенко И.В., Агаи А. Выбор методологии для управления проектом: проблемы и перспективы. Международная научнопрактическая конференция «*Математическое моделирование процессов в экономике и управлении проектами и программами (ММП-2015)*», Коблево, 14 – 20 сентября 2015 г. Труды. Харьков : ХНУРЭ, 2015. С. 100–104.
- 1.117 Whitaker, S. How to Build Your Own Project Management Methodology Copyright Sean Whitaker. 27 February 2014. URL: [http:// seanwhitaker.com/how-to-build-your-own-project-management-methodology/](http://seanwhitaker.com/how-to-build-your-own-project-management-methodology/) (дата звернення 08.03.2020).
- 1.118 Кононенко И.В., Харазий А.В. Решение задачи выбора методологии управления проектом на основе оптимизации содержания проекта. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 4 (3). С. 43–52.
- 1.119 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Неизвестный С.И. Механизмы конвергенции методологий управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. 2012. № 11. С. 5–13.

- 1.120 Дорош М.С. Конвергенція параметрів систем при формуванні методологій управління проектами. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2015. № 2 (1111) С.112–120.
- 1.121 Филиппович А.Ю. Интеграция и конвергенция методов моделирования в сфере образования при построении системы управления знаниями в области ИКТ. Сборник докладов Международной конференции «Тенденции развития инженерного образования Китая и России в условиях глобализации – Инновации в инженерном образовании», 3 – 4 ноября 2008 г. Китай, Харбин. С. 303–305.
- 1.122 Бушуев С.Д., Неизвестный С.И., Харитонов Д.А. Системная модель механизмов конвергенции в управлении проектами. *Управління розвитком складних систем*. 2013. № 13. С. 12–18.
- 1.123 Стандарт GPM® Global P5TM. URL: <http://greenprojectmanagement.org/> (дата звернення 11.04.2020).
- 1.124 Рогальский Ф.Б., Курилович Я.Е., Цокуренок А.А. Математические методы анализа экономических систем. Київ : Наукова думка, 2001. 435 с.
- 1.125 Пинто Дж.К. Управление проектами / пер. с англ. В. Н. Футова. СПб. : Питер, 2004. 464 с.
- 1.126 Кобиляцький Л.С. Управління проектами: навчальн. посібник. Київ : МАУП, 2002. 200 с.
- 1.127 Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978. 399 с.
- 1.128 Квейд Э. Анализ сложных систем. Москва : Сов. Радио, 1969. 518 с.
- 1.129 Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. Москва : Знание, 1980. 64 с.
- 1.130 Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. Москва : Радио и связь, 1982. 152 с.
- 1.131 Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. Москва : Мир, 1978. 311 с.

- 1.132 Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. Москва : Мысль, 1978. 272 с.
- 1.133 Общая теория систем / пер. с англ. В.Я. Ахтаева и Э.Л. Наппельбаума. Москва : Мир, 1966. 187 с.
- 1.134 Мильнер Б.З. Теория организации. 2-е изд. перер. и доп. Москва : 2000. 480 с.
- 1.135 Бурименко Ю.И. Структурные модели предпроектного исследования сложных систем. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2000. № 1. С. 62–65.
- 1.136 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Модели и методы стратегического развития организаций от «видения» к реальности. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 4. С. 5–13.
- 1.137 Антоненко С.В. «Маленькі відкриття» замість великого працелюбства, або Засоби оцінювання в управлінні проектами. Частина 3. Склад систем та його використання для побудови списку робіт проекту. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 1. С. 50–54.
- 1.138 Ребенок А.В. Синергетична концепція стратегічного управління проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. №2. С. 30–36.
- 1.139 Малый В.В., Сивопляс Ю.В. Новации на протяжении жизненного цикла проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 4. С. 45–50.
- 1.140 Махуренко Г.С., Степанов О.Н. Анализ внешней среды окружения проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2002. № 1. С. 99–105.
- 1.141 Рач В.А. Стратегический потенциал предприятия в условиях новой экономики. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2002. № 1. С. 5–9.

- 1.142 Дорош М.С., Калінько І.В., Ребенок А.В. Управління процесом формування програм інноваційного розвитку регіонів. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 1. С. 129–136.
- 1.143 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Современные подходы к развитию методологий управления проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 1. С. 5–19.
- 1.144 Бушуев С.Д. Введение в международную систему сертификации профессиональных проектных менеджеров. Структура и содержание сертификационного экзамена IPMA. Київ : Украинская Ассоциация Управления проектами, 1998. С.1–6.
- 1.145 Литвинченко А.А., Рач В.А. Проблемы развития науки управления проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 4. С. 5–12.
- 1.146 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Проактивное управление программами организационного развития. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 2. С. 22–30.
- 1.147 Рач В.А. Принципы системного подхода в проектном. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2000. № 1. С. 7–9.
- 1.148 Колесников Л.А. Основы теории ситемного подхода. Київ : Наукова думка, 1988. 176 с.
- 1.149 Керівництво з основ Проектного менеджменту. Інститут проектного менеджменту США. Київ : ВІПОЛ, 1999. 197 с.
- 1.150 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* : collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. Riga : ISMA, 2019. P. 322–330.
- 1.151 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-Миколаїв. С. 78–80.*

- 1.152 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. : м. Київ, 18 – 19 травня 2018 р. С.107–108.
- 1.153 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*». 23-25 травня 2018 р. Одеса. С. 269–271.
- 1.154 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.
- 1.155 Ковтун Т.А. Системний підхід до ідентифікації проектних ризиків. Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «*Управління проектами : стан та перспективи*». Київ (Миколаїв), 2015. С. 67–69.
- 1.156 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.
- 1.157 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. та ін. Одеса, 2016. С. 95–99.

- 1.158 Бабаев И.А., Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Формирование генетического кода проекта как инструмента навигации по его жизненному пути. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 2. С. 5–11.
- 1.159 PRINCE2™ A Pratical Handbook (Third Edition), 2010, Colin Bentler, Elsevier Ltd. URL: <https://www.techopedia.com/definition/16430/projects-in-controlled-environments-prince2> (дата звернення 22.02.2020).
- 1.160 Международный стандарт ИСО 9001. Системы менеджмента качества. Требования. / пер. с англ. Москва : НТК Трек, 2015. 39 с.
- 1.161 Лапкина И.А. Проблемы применения процессного подхода в деятельности коммерческих и некоммерческих организаций. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 2. С. 62–71.
- 1.162 Капитанов В.П. Процессы управления в проектах. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем* : збірн. наук. праць. 2004. № 8. С. 112–127.
- 1.163 Бушуева Н.С. Стратегические процессы и процедуры проектов реструктуризации предприятий. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2000. № 1. С. 46–51.
- 1.164 Ковтун Т.А. Развитие проекта с позиций генетического подхода. *Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития* : сборник научн. трудов по материалам междунар. научн.-практ. конф., 1-15 октября 2007 г., Одесса. Т.1. Транспорт, Физика и математика / НИПКИМФ Украины, ОНМУ. Одеса : Изд-во Черноморье, 2007. С. 75–79.
- 1.165 Лапкина И.А., Павловская Л.А., Болдырева Т.В., Шутенко Т.Н. Проектный анализ : учебн. пособие. Одеса : ФЕНИКС, 2008. 413 с.
- 1.166 Большая Советская Энциклопедия. Москва : Советская энциклопедия, Т. 21, 1975. 409 с.

- 1.167 Бушуев С.Д. и др. Креативные технологии управления проектами и программами. Київ : Саммит-Книга, 2010. 768 с.
- 1.168 Антоненко С.В., Малий В.В., Мазуркевич О.І. «Маленькі відкриття» замість великого працелюбства, або Засоби оцінювання в управлінні проектами. Частина 2. Розвиток систем та явища які його супроводжують. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2003. № 3. С. 34–41.
- 1.169 Сивопляс Ю.В. Перспективы внутренних инноваций проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 2. С.114–118.
- 1.170 Махуренко Г. С., Степанов О.Н. Анализ внешней среды окружения проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2002. № 1. С. 99–105.
- 1.171 Болдырева Т.В., Ковтун Т.А. Методика оценки эффективности инвестиционного проекта с учетом ситуаций риска. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: збірн. наук. праць*. 2003. № 6. С. 237–255.
- 1.172 Болдырева Т.В., Ковтун Т.А. О целесообразности принятия инвестиционного проекта с учетом риска. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2003. № 3. С. 46–55.
- 1.173 Ковалев П.П. Сценарный анализ, методологические аспекты. *Финансы и кредит*. 2009. № 44 (380). С. 9–13.
- 1.174 Фляйшер К., Бенсуссан Б. Стратегический и конкурентный анализ: Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005. 541 с.
- 1.175 Черкасова В.А., Фрадкина М.М. Внедрение сценарного подхода в разработку стратегии компании. *Корпоративные финансы*. 2010. Т. 4. № 2 (14). С. 68–75.

- 1.176 Галкина А.Н. Теоретические основы сценарного подхода к анализу инновационной деятельности. *Экономический анализ : теория и практика*. 2012. № 37 (292). С. 35–43.
- 1.177 Муканов А.Х. Разработка сценариев как основа стратегического планирования производственной деятельности на предприятиях. *Вестник Омского университета. Серия: экономика*. 2015. № 2. С. 103–110.
- 1.178 Болдырева Т.В. Применение интегрального метода факторного анализа результатов инвестиционной деятельности судоходной компании. *Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. праць*. 1999. № 5. С. 106–117.
- 1.179 Kovtun T. Identification of risk as part of qualitative risk analysis investment project. *Manager Observer*. China, 2015. (1) P. 62–64.
- 1.180 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.
- 1.181 Ковтун Т.А. Особливості класифікації ризиків проектів транспортних підприємств. Тези доповідей *Професорсько-викладацької науково-технічна конференції*. Одеса : ОНМУ, 14–16 травня, 2013 р. С. 28–29.
- 1.182 Ковтун Т.А. Смокова Т.М. Комплексний підхід до ідентифікації ризиків проекту. Тези доповідей V *Международной научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и научных работников: «Управление проектами : инновации, нелинейность, синергетика»*. 12–13 грудня 2014 р. Одеса : ОДАБА, С. 115–117.
- 1.183 Богданов А.А. Всеобщая организационная наука : Тектология: в 2 кн. Москва : Экономика, 1989. Кн. 1. 303 с.; Кн. 2. 350 с.
- 1.184 Урсул А.Д. Становление информационного общества и переход к устойчивому развитию. Проблемы информатизации. Москва : 1997.

- 1.185 Мельник Л.Г. Індустріальний метаболізм як основа управління розвитком підприємств і макроекономічних систем. Механізм регулювання економіки. 2012. № 1. С. 95–109. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mre\\_2012\\_1\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mre_2012_1_11) (дата звернення 18.01.2020).
- 1.186 Франчук, Г.М., Запорожець О.І., Архіпова Г.І. Урбоекологія і техноекоекологія : підручник. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. 496 с.
- 1.187 Подолинський С.А. Вибрані твори. Київ : КНЕУ, 2000. 328 с.
- 1.188 Вернадський В.И. Живое вещество. Москва : Наука, 1978. 358 с.
- 1.189 Кондратьев Н.Д. Избранные сочинения: в 2-х кн. Москва : Экономика, 1993. 543 с.
- 1.190 Реймерс Н.Ф. Природопользование : словарь-справочник. Москва : Мысль, 1990. 637 с.
- 1.191 Иноземцев В.Л. За пределами экономического общества. Постиндустриальные теории и постэкономические тенденции в современном мире. Москва : Academia-Наука, 1988. 640 с.
- 1.192 Стелюк Б.Б. Применение биологического подхода к развитию организации. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 4. С. 142–145.
- 1.193 Стелюк Б.Б. Совершенствование диагностики объектов направлений организационных изменений. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 1. С. 119–128.
- 1.194 Мильнер Б.З. Теория организации. Москва : ИНФРА-М, 2001. 558 с.
- 1.195 Щекин Г.В. Практическая психология менеджмента. Как делать карьеру. Как строить организацию : научно-практич. пособ. Київ : Україна, 1994. 399 с.
- 1.196 Бабаев И.А., Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Формирование генетического кода проекта как инструмента навигации по его жизненному пути. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 2. С. 5–11.

- 1.197 Бабаев І.А. Інноваційна технологія в управлінні програмами розвитку організацій на основі генетичної моделі проекту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.13.22 «Управл. проект. та прогр.». Київ , 2006. 41 с.
- 1.198 Ковтун Т.А. Некоторые особенности генетического подхода управлению проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2007. № 3. С. 46–57.
- 1.199 Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Современные подходы к развитию методологий управления проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2005. № 1. С. 5–19.
- 1.200 Бушуев С.Д., Бушуев Д.А., Бушуева Н.С., Чернова Л.С. Модель бенчмаркінгу на основі генетичних механізмів в управлінні проектами *Управління розвитком складних систем*. 2018. № 36. С. 12–20.
- 1.201 Бушуев С.Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами. *Управление проектами*. Москва : Издательский дом Гребенникова, 2005. № 2. С. 18–24.
- 1.202 Бушуев Д.А. Імунна пам'ять як інструмент управління програмами розвитку підприємств. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2015. № 12. С. 23–29.
- 1.203 Rosario N. Mantegna, H. Eugene Stanley. An introduction to econophysics : correlations and complexity in finance. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2000. 148 p.
- 1.204 Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. О проблемах физической экономики. *Успехи физических наук*. Т. 172. 2002. № 9. С. 1045–1066.
- 1.205 Ковтун Т.А. Екологістика як інструмент впровадження концепції сталого розвитку в Україні. Тези доповідей II Міжнародної наукової конференція «Соціальні трансформації : сім'я, шлюб, молодь, транспорт та інноваційний менеджмент у країнах нового шовкового шляху». Одеса, 24 – 26 квітня 2017 р. С. 40–42.

- 1.206 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.
- 1.207 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.

Результати дослідження розділу 1 представлено в публікаціях [1.16, 1.22 – 1.24, 1.43, 1.60, 1.150 – 1.157, 1.179 – 1.182, 1.205 – 1.207].

## РОЗДІЛ 2

### СУЧАСНІ ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ЯВИЩА В УПРАВЛІННІ ЕКОЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ ТА ЇХ ПРОЕКТАМИ

#### 2.1 Визначення специфічних особливостей проектів екологістичних систем

Підвищення результативності створення, функціонування та розвитку *ЕЛС* потребує застосування сучасних підходів до управління складними еколого-економічними системами, зокрема проектного підходу, який базується на використанні інструментарію методології управління проектами.

Базовим поняттям в управлінні проектами є проект. В сучасних літературних джерелах зустрічаються наступні трактування поняття «проект»:

*A Guide to the Project Management Body of Knowledge» (PMBOK) [2.1]*

Тимчасовий захід, який призначений для створення унікальних продуктів, послуг або результатів.

*A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation (P2M) [2.2]*

Захід, орієнтований на створення цінності, яка базується на певній місії, що здійснюється в обмежений період часу і в межах наданих ресурсів та зовнішніх обставин.

*Стандарт по проектуванню ISO 21500 : 2012 [2.3]*

Унікальний набір процесів, які полягають із скоординованих та управлінських завдань з датами початку та завершення, які необхідно виконувати для досягнення мети.

*Словник-довідник з питань управління проектами. IPMA. [2.4]*

Цілеспрямоване, заздалегідь відпрацьоване і заплановане створення або зміна певної системи, підприємства.

*ICB – IPMA Competence Baseline [2.5]*

Унікальний набір скоординованих дій з певним початком і завершенням, здійснюваних індивідуумом або організацією для вирішення



специфічних завдань з певним розкладом, витратами і параметрами виконання.

*Стандарт ISO/TR 10006: 1997. Quality Management – Guidelines to quality in project management [2.6]*

Унікальний процес, що складається з набору взаємопов'язаних і контрольованих робіт з датами початку та закінчення, а також зроблений, щоб досягти мети відповідності конкретним вимогам, включаючи обмеження за часом, витратами і ресурсів.

*AIPM. National Competence Standard for Project Management – Guidelines [2.7]*

Унікальна сукупність взаємопов'язаних дій (робіт), з певними датами початку і закінчення, призначених для успішного досягнення спільної мети.

*British Standard BS 6079-1:2000. Project Management [2.8]*

Унікальна сукупність скоординованих дій (робіт) з певними точками початку і закінчення, що вживаються індивідумом або організацією для досягнення певних цілей до встановлених термінів, витратами і параметрами виконання.

*National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0. [2.9]*

Обмежена за часом система операцій (робіт), спрямована на досягнення ряду обумовлених результатів / продуктів (задум необхідний для виконання цілей проекту) на рівні вимог і стандартів якості.

*ГОСТ Р 54869-2011 Национальный стандарт РФ. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом [2.10]*

Комплекс взаємопов'язаних заходів, спрямований на створення унікального продукту або послуги в умовах часових та ресурсних обмежень.

*ГОСТ Р 56715.5-2015 Национальный стандарт РФ. Проектный менеджмент. Системы проектного менеджмента [2.11]*

Цілеспрямована діяльність тимчасового характеру, призначена для створення унікального продукту або послуги.

Отже, в нормативних документах, покладених в основу методології управління проектами, проект розглядається з позицій поставлених цілей [2.3, 2.4, 2.6, 2.8, 2.9, 2.11], дій та процесів [2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.10], що виконуються для їх досягнення, унікальних результатів [2.1, 2.9, 2.10, 2.11], що отримуються, і досягнення певної цінності [2.2].

Проект *ЕЛС* як об'єкт управління має наступні характеристики: ціль проекту, об'єкт управління, суб'єкт управління, внутрішнє середовище, зовнішнє середовище [2.12].

До складу *цілей* проекту *ЕЛС* належать цілі, характерні для проектів *ЛС*, що доповнюються специфічними екологічними цілями, які дозволяють запобігти або зменшити негативний, екодеструктивний вплив на довкілля.

*Об'єктом управління* в проекті *ЕЛС* є сам проект як комплекс дій, що призводить до створення унікального продукту, послуги або результату. Кінцевий результат проекту може бути відчутним або невідчутним (на фізичному рівні) [2.3]. У випадку проекту *ЕЛС* результатом є продукти, що отримуються в проекті: документально оформлений проект, екологістична система, екологістичний продукт, відновлена екосистема.

*Суб'єктом управління* в проекті *ЕЛС* є команда управління проектом, організована в офіс управління проектами (*project management office*) або проектний офіс (*project office*), що являє собою структурний підрозділ організації, контрольно-координаційний орган, який визначає і розвиває в організації стандарти бізнес-процесів, пов'язані з управлінням проектами, та відповідає за управління множиною проектів або окремим проектом відповідно [2.13].

*Внутрішнє середовище* проекту *ЕЛС* складають елементи проектного потенціалу, а саме: матеріальний, енергетичний та інформаційний потенціал.

Класичне визначення потенціалу надано в [2.14]: «*потенціал* (від лат. *potentia* – сила) – джерела, можливості, засоби, запаси, які можуть бути використані для вирішення будь-якої задачі, досягнення певної мети».

В [2.15] проектний потенціал пропонується умовно поділяти на матеріальну, інформаційну та енергетичну складові:

- матеріальний потенціал проекту – сукупність об'єднаних в системне ціле матеріальних елементів, що дозволяють здійснювати комплекс функцій, необхідних для існування і розвитку проекту;

- інформаційний потенціал проекту – нематеріальна основа, що зв'язує в системне ціле матеріальні елементи проекту та забезпечує його впорядкованість у просторі та часі;

- енергетичний потенціал проекту – сукупність енергетичних центрів проекту (ініціатор, команда, учасники проекту), енергія яких спрямована на досягнення цілей проекту.

Матерія, енергія, інформація – це категорії, які зумовлюють можливість існування різних рівнів ієрархії всесвіту. В дисертаційному дослідженні використовуються надані в [2.16] трактування цих понять:

Матерія – об'єктивна реальність, основа буття, яка має властивості часу, просторової протяжності, інформаційно-енергетичного збудження і дискретного втілення. Матерія включає як речовину (об'єкти, що мають масу спокою), так і фізичні поля (реалізують енергетичний потенціал матерії).

Енергія – загальна кількісна міра руху і взаємодії всіх видів матерії. Енергетична потенція реалізується за допомогою полів. У свою чергу, полем можна вважати такий стан матерії, який дозволяє їй реалізувати ступені свободи.

Інформація – природна реальність, що несе в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються в просторі і часі. Інформація, що формує просторово-часову відмінність об'єктів (предметів і явищ) природи, створюється за допомогою закріплених пам'яттю енергетичних потенціалів даних об'єктів.

З вищенаведених визначень видно, що всі три поняття взаємопов'язані і взаємозалежні. Вони не можуть існувати окремо. Іншими словами, енергія є тією причиною, яка за певною інформаційною програмою трансформує одну форму матерії (зокрема, речовину) в іншу, змінюючи її просторово-часові характеристики. Реалізація проектів, в тому числі проекту *ЕЛС*, можлива лише завдяки злагодженій взаємодії трьох складових проектного потенціалу.

Основними властивостями проекту *ЕЛС* є:

*цілеспрямованість* – направленість на досягнення конкретних цілей, що виражаються правилами екологістики: необхідний товар (продукт), необхідної якості, необхідної кількості, в необхідному місці, в необхідний час, необхідному споживачу, з необхідним рівнем витрат та мінімальним екодеструктивним впливом на довкілля [2.17];

*унікальність* – вимоги до конкретної *ЕЛС*, що створюється або перетворюється, та *ЕЛП* є унікальними й залежать від внутрішніх та зовнішніх умов проекту. Попри те, що під час деяких проектних операцій та в результатах проекту можуть бути присутніми повторювані елементи, їх наявність не порушує принципової унікальності робіт за проектом [2.3];

*складність* – проект *ЕЛС* потребує великої кількості взаємозв'язаних та скоординованих складних дій, що управлятимуться та виконуватимуться великою кількістю учасників проекту: внутрішніх та зовнішніх, головних та другорядних [2.18 – 2.20];

*детермінованість* – наявність часових та ресурсних обмежень характерна для проекту *ЕЛС* [2.21, 2.22];

*автономність* – проект *ЕЛС* є відкритою системою, що має внутрішнє середовище та знаходиться у зовнішньому середовищі [2.23, 2.24].

*Місце проекту екологістичної системи в класифікації проектів*

Класифікація проектів може бути здійснена за різними ознаками. Найчастіше застосовують загальноприйняті базові характеристики для класифікації проектів: *клас* – за складністю та структурою проекту та його предметної області; *тип* – за основними сферами діяльності, в яких

здійснюється проект; *вид* – за характером предметної області реалізації; *масштаб* – за обсягами робіт проекту; *тривалість* – за тривалістю життєвого циклу проекту; *складність* проекту – за ступенем складності реалізації проекту [2.25].

В залежності від можливого економічного впливу виділяють наступні види проектів: незалежні, взаємовиключні, умовні, заміщаючи, синергічні [2.26]. В [2.27] проекти поділяють на технічні, що засновані на інженерних знаннях та підпадають під дію законів фізики, хімії, біології, та нетехнічні, які не пов'язані жорстко обмеженнями, що накладаються законами природи, та демонструють еквівіальність (можливість досягнення успіху різними шляхами). В [2.28, 2.29] проекти розрізняють за складом предметної області, сферою застосування, тривалістю, масштабами, ступенем складності, складом зацікавлених осіб та груп, впливом результатів на організацію та її середовище.

В [2.25] виділяють такі класифікаційні ознаки проектів, як: рівень учасників (вітчизняний: державний, територіальний, місцевий; міжнародний), характер цільової задачі (антикризисний, маркетинговий, освітній або реформування, інноваційний, надзвичайний); об'єкт інвестиційної діяльності (фінансовий інвестиційний, реальний інвестиційний); головні причини виникнення (можливості, що відкрилися, або надзвичайна ситуація; необхідність структурно-функціональних перетворень: реорганізація, реструктуризація, реінжиніринг).

Для *інвестиційних проектів* пропонуються власні основні та специфічні класифікаційні ознаки [2.30, 2.31]. До основних ознак відносяться зміст проекту за функціональною спрямованістю, цілі інвестування, масштаби інвестицій та реалізації, строки, джерела фінансування, напрямки інвестицій; до специфічних – тип грошового потоку, сумісність реалізації, рівень ризику, форма власності інвестицій, приналежність інвестора, тип ефектів, схема фінансування, галузева приналежність.

Проекти *мікро-*, *мезо-* та *макро-ЕЛС* відрізняються за класом, масштабом, тривалістю, ступенем складності тощо. Проекти *мікро-ЕЛС* реалізуються на рівні підприємства та можуть стосуватись однієї або декількох функціональних областей логістики, чи всієї логістичної системи підприємства. Вони можуть бути малими та середніми монопроектами, направленими на досягнення економічних й екологічних цілей.

Проекти *мезо-*, *макро-ЕЛС* на відміну від проектів *ЛС* відносяться до класу мультіпроектів, оскільки їх специфічна особливість полягає в тому, що проект *ЕЛС* є комплексним, таким, що складається з ряду монопроектів, направлених на досягнення не тільки логістичних, але й екологічних цілей.

За типом діяльності проект *мезо-*, *макро-ЕЛС* відноситься до змішаних економіко-екологічних проектів, оскільки в результаті його здійснення створюється *ЕЛС*, яка відноситься до еколого-орієнтованих економічних систем, та *ЕЛП*, який відповідає логістичним та екологічним правилам екологістики.

За масштабом проекти *мезо-*, *макро-ЕЛС* можуть бути середніми та великими. Це залежить від масштабів *ЕЛС*, що створюється. У випадку *мезо-ЕЛС* проект може бути середнім або великим, оскільки кількість робіт такого проекту може бути значною. Проекти *макро-ЕЛС* можна віднести до розряду великих.

За тривалістю проекти *ЛС* можна вважати короткостроковими, але у випадку *ЕЛС*, коли необхідно виконувати роботи по збереженню або відновленню екосистеми, тривалість проекту подовжується, проект перетворюється на середньо або на довгостроковий. Проекти можуть призводити до деяких впливів на соціальне, економічне та навколишнє середовище, які перевищують тривалість самого проекту [2.1].

Проекти *мезо-*, *макро-ЕЛС* нараховують велику кількість учасників, отже їх вважають складними. Складність проекту підвищується у випадку підвищенні складності системи, що створюється.

У випадку реалізації проекту у межах підприємства, наприклад, реструктуризації певної функціональної галузі логістики (транспортної, реверсивної, складської тощо) проект *мікро-ЕЛС* є внутрішнім. Якщо мова йде про *мезо-* або *макро-ЕЛС*, проект є зовнішнім.

Проект *ЕЛС* є інвестиційним за своєю сутністю, оскільки потребує використання фінансових, матеріальних, інтелектуальних, трудових та інших видів ресурсів для отримання запланованого результату та досягнення поставлених цілей в визначені строки. Фінансовим результатом реальних інвестицій в проект *ЕЛС* є скорочення витрат від застосування ресурсів та прибуток, що отримується від реалізації *ЕЛП*; матеріально-речовим – нові або реконструйовані об'єкти транспортно-логістичної інфраструктури, що задіяні в *мезо-* та *макро-ЕЛС* системі або основні фонди підприємства, що приймають участь у *мікро-ЕЛС*; інтелектуальним – створена система управління проектом *ЕЛС*.

Проекти *ЕЛС* у порівнянні з проектами *ЛС* є менш ризиковими, оскільки, за рахунок впровадження дій, направлених на запобігання або мінімізацію екодеструктивного впливу на довкілля результатів проекту *ЕЛС*, суттєво знижують можливість настання екологічних ризиків, характерних для проектів *ЛС*.

Визначимо класифікаційну приналежність проектів *мезо-* та *макро-ЕЛС*, що враховує загальні та специфічні класифікаційні ознаки проектів, та порівнюємо його з проектами *мезо-* та *макро-ЛС* (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика проектів *ЛС* та *ЕЛС*

Класифікаційна ознака	Типи проектів	Проект <i>ЛС</i>	Проект <i>ЕЛС</i>
1	2	3	4
<i>загальні</i>			
Класи за складом та структурою	монопроект мультіпроект мегапроект	монопроект	мультіпроект

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Типи за сферою діяльності	соціальні економічні організаційні технічні екологічні змішані тощо	економічний	змішаний економіко- екологічний
Види за характером предметної області	навчально-освітні науково-дослідні інноваційні інвестиційні комбіновані	інвестиційний	
Масштаб за обсягами робіт	малі, середні великі дуже великі	середній великий	
За тривалістю	короткострокові середньострокові довгострокові	середньостроковий довгостроковий	
За ступенем складності	прості, складні дуже складні	складний	
Місце виконання	внутрішній зовнішній	зовнішній	зовнішній
<i>інвестиційних проектів</i>			
За змістом (функціональною ознакою)	розвитку реабілітації (санації)	розвитку	
За цілями інвестування	приріст обсягів випуску продукції (послуг) розширення (оновлення) асортименту продукції (послуг) розширення бізнесу скорочення витрат зниження ризику	скорочення витрат	скорочення витрат зниження ризиків



Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
За масштабами інвестицій та реалізації	глобальні великомасштабні регіонального масштабу галузевого масштабу міського масштабу локально великі локально середні локально невеликі	регіонального масштабу локально великі, середні локально невеликі	
За джерелами фінансування	за рахунок внутрішніх джерел за рахунок акціонування за рахунок запозичень за змішаною схемою фінансування	за рахунок внутрішніх джерел за рахунок акціонування за рахунок запозичень за змішаною схемою фінансування	
За напрямками інвестицій	виробничі науково-технічні комерційні фінансові екологічні соціальні	комерційний	екологічно-комерційний
За типом ефекту	скорочення витрат збільшення доходів вихід на нові ринки збуту освоєння нової сфери бізнесу зниження ризику соціальний ефект екологічний ефект	скорочення витрат	скорочення витрат зниження ризику екологічний ефект
За рівнем ризику	високоризикові середньоризикові низькоризикові безризикові	високо-ризиковий (стосовно екологічних ризиків)	низько-ризиковий (стосовно екологічних ризиків)
За об'єктом інвестування	фінансовий інвестиційний реальний інвестиційний	реальний інвестиційний	

Враховуючи вищесказане, запропонуємо наступне загальне означення проекту *ЕЛС*:

«*проектом ЕЛС* називається мультіпроект, обмежений у часі та ресурсах, до складу цілей якого входить зменшення екодеструктивного впливу *ЕЛС* на довкілля».

## **2.2 Моделювання екологістичної системи як інструменту конвергентного управління в моделі циркулярної економіки**

З розвитком усвідомленості відповідальності людства за стан довкілля й умови життя не тільки теперішніх, але й майбутніх поколінь, відбувається трансформація існуючої економічної моделі в більш еколого-орієнтовану циркулярну модель, інструментом втілення якої є *ЕЛС* [2.32].

Дослідження системних властивостей *ЕЛС* є необхідним, оскільки дозволить повніше визначити сутність даних систем і запобігти помилок в їх проектуванні та подальшому функціонуванні.

Базовим поняттям в логістиці виступає *ЛС*, яка відповідає загальноприйнятому визначенню системи, оскільки складається із системоутворюючих елементів (підсистем, ланок), що тісно взаємопов'язані та взаємозалежні між собою, відособлені від навколишнього середовища, з яким також мають зв'язки [2.33].

Загальною властивістю *ЛС* є її уявлення як системи, що відрізняється високим ступенем інтеграції її елементів та процесів з ціллю управління наскрізними матеріальними та супутніми потоками. Елементи *ЛС* утворюють певну структуру із заздальгідь заданими властивостями та визначеними цілями. Крім того, *ЛС* є елементом системи вищого рівня – економічної системи в ієрархії систем.

До теперішнього часу не існує однозначного тлумачення змісту поняття «логістична система». Не дивлячись на велику кількість визначень *ЛС*, які

уточнюються з розвитком логістики як науки, лише в деяких з них відображається зв'язок її елементів із зовнішнім середовищем [2.34 – 2.38].

Означення «логістичної системи», що враховують зв'язок з навколишнім середовищем:

*А.М. Сумець* [2.34]

Адаптована (самоналагоджувана та самоорганізована) система зі зворотним зв'язком, що виконує логістичні функції та логістичні операції і складається, зазвичай, із декількох систем та має розвинуті зв'язки з зовнішнім середовищем.

*А. Уваров* [2.35]

Система являє собою упорядковану структуру, в якій здійснюється планування і реалізація руху і розвитку сукупного ресурсного потенціалу, організованого у вигляді логістичного потоку, починаючи з відчуження ресурсів у навколишнього середовища і до реалізації кінцевої продукції.

*С.Б. Усманова* [2.36]

Складна, динамічна, відкрита для взаємодії з зовнішнім середовищем, впорядкована система управління наскрізними економічними потоками, створена з метою оптимізації використовуваних в потоці ресурсів.

*А. Родніков* [2.37]

Адаптивна система із зворотнім зв'язком, яка виконує ті або інші логістичні функції, що складається, як правило, із декількох підсистем та має розвинуті зв'язки з зовнішнім середовищем.

*Є. Крикавський* [2.38]

Адаптивна система зі зворотнім зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції й операції, складається, переважно, з декількох підсистем і має досить розвинуті зв'язки з зовнішнім середовищем.

З наведених визначень найбільш еколого-орієнтованим є визначення А. Уварова [2.35], в якому враховується факт відчуження ресурсів у навколишнього середовища, але не вказується про необхідність повернення

відпрацьованого продукту та матеріалів в природу з найменшим екодеструктивним впливом.

Врахування екологічного аспекту в логістиці призвело до виникнення нового поняття «*еколого-орієнтована логістична система*» або «*екологістична система*». Під *екологістичною системою (ЕЛС)* пропонуємо розуміти ЛС як сукупність елементів-ланок, взаємозв'язаних в процесі управління рухом прямих та зворотних логістичних потоків, що враховує екодеструктивний вплив на довкілля.

*ЕЛС*, як будь-яка система, має наступні властивості: цілісність, подільність, організованість, структурованість, інтегративність, емерджентність, цілеспрямованість. Крім того, *ЕЛС* характерні властивості, типові для ЛС: складність, відкритість, стохастичність, гетерогенність та багатофункціональність, динамічність та адаптивність. У *ЕЛС* є також специфічні характеристики, а саме: екологічність, замкнутість.

#### *Загальні системні властивості:*

- цілісність та подільність

*ЕЛС* є цілісною сукупністю елементів (ланок, підсистем), що взаємодіють один з одним для досягнення загальної цілі та відрізняються в залежності від рівня: *мікро-, мезо-, макро-ЛС*. На мікрорівні елементами *ЕЛС* є функціональні підрозділи логістики організації, включаючи підрозділ, що відповідає за реверсивну логістику. На мезо- та макрорівні *ЕЛС* представлена підприємствами – учасниками *ЛЛ*.

- організованість та структурованість

Елементи *ЕЛС* організовані та структуровані в певному порядку, що дозволяє просувати матеріальні (прямі та зворотні) та супутні потоки.

- інтегративність та емерджентність

Елементи *ЕЛС* відрізняються високим ступенем інтеграції, що дозволяє отримати нові якості, не притаманні окремим елементам системи. Наприклад, організувати замкнутий *ЛЛ* з участю зворотних матеріальних потоків.

- цілеспрямованість

Кожна складова *ЕЛС* орієнтована на досягнення загальної цілі – просування матеріальних потоків з виконанням «правил екологістики».

*Типові властивості логістичної системи:*

- складність

*ЕЛС* складається з великої кількості учасників, між якими встановлюються складні зв'язки, які дозволяють створити замкнуті *ЛЛ*.

- відкритість

Межі *ЕЛС* майже проникні в матеріальному, енергетичних та інформаційних потоків.

- стохастичність

Параметри *ЕЛС* мають ймовірнісний характер.

- гетерогенність та багатофункціональність

Елементи *ЕЛС* мають різнорідні властивості та виконують різноманітні логістичні функції.

- динамічність та адаптивність

З часом *ЕЛС* можуть змінювати свій якісний та кількісний стан, адаптуючись до змін у навколишньому середовищі.

- наявність потоків

Ціллю створення *ЕЛС* є забезпечення руху матеріальних (прямих та зворотних) і супутніх потоків.

*Специфічні властивості ЕЛС:*

- екологічність та замкнутість

Функціонування *ЕЛС* спрямовано на зменшення екодеструктивного впливу на довкілля завдяки зменшенню споживання первинних природних ресурсів та збільшенню вторинних матеріальних ресурсів, що приймають участь у зворотних процесах циркулярної економіки.

*ЕЛС* властиві певні класифікаційні характеристики, ідентифікація яких дозволяє глибше зрозуміти сутність даного виду систем (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Класифікаційна приналежність *ЕЛС*

Класифікаційна ознака	Види систем	Вид <i>ЕЛС</i>
– за способом утворення	природні, штучні, змішані	змішана еколого-економічна
– за об'єктивністю існування	реальні, абстрактні	реальна (антропогенна)
– за структурою	прості, складні	складна
– за сутністю	біологічні, технічні, соціальні, економічні, екологічні та ін.	еколого-економічна
– за характером зв'язків системи з навколишнім середовищем	закриті, відкриті, комбіновані	відкрита
– за характером функцій	спеціалізовані, багатофункціональні	багатофункціональна
– за характером розвитку	стабільні, що розвиваються	що розвиваються
– за ступенем організованості	добре організовані, погано організовані	добре організовані
– за характером зв'язків між елементами	детерміновані, стохастичні	стохастична
– за структурою управління	централізовані, децентралізовані	централізована
– за розмірністю	одомірні, багатомірні	багатомірна
– за однорідністю та різноманітності елементів	гомогенні, гетерогенні	гетерогенна
– за здатністю визначати ціль	казуальні, цілеспрямовані	цілеспрямована

*ЕЛС* на мікрорівні слід розглядати як підсистему управління підприємством, до складу якого входять функціональні логістичні підсистеми: основні – закупівельна (постачання), виробнича, розподільна (збут) та допоміжні – складська, транспортна та реверсивна (рис. 2.1).

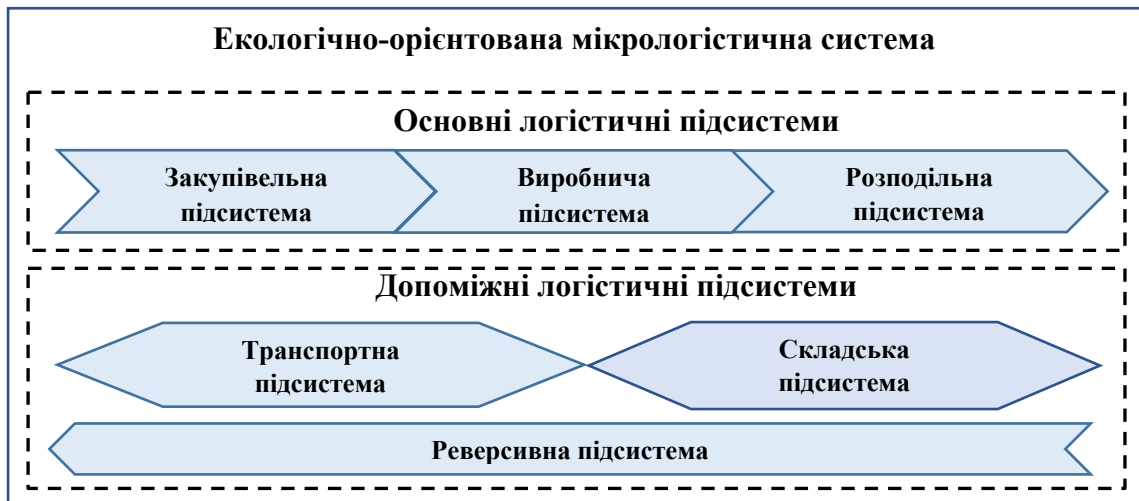


Рисунок 2.1 – Еколого-орієнтована *мікро-ЛС*

З позицій системного підходу слід враховувати інтегральний вплив *ЕЛС* на довкілля як суму впливу кожного елемента або кожної функціональної підсистеми логістики. Одним зі шляхів екологізації *мікро-ЕЛС* можна вважати впровадження заходів екологізації її окремих функціональних областей.

*Закупівельна логістика (постачання):*

- екологічний аудит постачальників;
- закупівля ресурсів з можливістю вторинного використання та переробки;
- закупівля ресурсів з оцінкою екологічних характеристик поставок (обсягів та системи закупок).

*Виробнича логістика:*

- застосування екологічного обладнання в процесі виробництва;
- мінімізація ресурсо-, енерго- та матеріалоємності технологічного процесу виробництва продукції;
- мінімізація відходів виробництва;
- забезпечення екологічно безпечних умов праці.

*Збутова (розподільна) логістика:*

- використання екологічно безпечного пакування;
- організація розподільної мережі з мінімальним впливом на довкілля;
- організація екологічного сервісного обслуговування;

- застосування еко-маркування.

*Складська логістика:*

- просторова організація та будівництво складської інфраструктури з урахуванням екологічного впливу на довкілля;
- використання ресурсо- та енергозберігаючих технологій в роботі складів;
- забезпечення екологічно безпечних умов розміщення та збереження запасів, готової продукції, відходів;
- вибір екологічно безпечних способів та засобів вантажо розвантажувальних робіт.

*Транспортна логістика:*

- надання переваги екологічним видам транспорту, виду сполучення, транспортним засобам;
- оптимізація маршрутів транспортування з урахуванням мінімального впливу на довкілля;
- використання екологічних паливо-мастильних матеріалів.

*Реверсивна логістика:*

- організація каналів поворотних та зворотних матеріальних потоків;
- організація процесу повернення пакувального матеріалу та виробів для повторного використання;
- організація вторинного використання відходів виробництва;

організація системи утилізації відходів.

На мезо- та макрорівні *ЕЛС* складається з підсистем – учасників *ЛЛ*, що приймають участь у просуванні прямого та зворотного матеріальних потоків, а також супутніх потоків [2.39, 2.40].

*ЕЛС*, як бідь-яка система, існує в зовнішньому середовищі, до якого відносяться зовнішні до неї об'єкти, що впливають на стан системи (безпосередньо або опосередковано), оскільки дана система не може бути індиферентною до зовнішнього середовища. Якщо умови зовнішнього середовища сприятливі, система успішно функціонує, якщо ні – може гальмувати свій розвиток, майже до припинення існування [2.41].



Якщо мова йде про *мікро-ЕЛС*, то зовнішнє середовище прямого впливу можна поділити на два контактні рівні:

- перший рівень – включає інші підсистеми материнського підприємства, елементи яких вступають в безпосередній контакт з елементами *ЕЛС*: виробничу, фінансову, маркетингову, організаційну, екологічну підсистеми підприємства;
- до другого рівня належать безпосередні контактери, які мають вплив на функціонування *ЕЛС*: постачальники, клієнти, конкуренти, контролюючі органи, суспільні органи тощо.

Для *мезо-* та *макро-ЕЛС* зовнішнє середовище прямого впливу включає:

- перший рівень – учасників економічної системи, до складу якої входить *ЕЛС*, які не приймають участь у формуванні *ЛЛ*, але вступають з елементами системи у зв'язки (договірні відносини): фінансові установи, страхові компанії, брокерські компанії тощо;
- другий рівень – учасники інших *ЛС*, що працюють на тому ж ринку: постачальники, виробники, транспортні підприємства, складські комплекси, логістичні оператори тощо.

Зовнішнє середовище опосередкованого впливу для *мікро-*, *мезо-* та *макро-ЕЛС* включає наступні фактори впливу: політичні, економічні, соціальні, екологічні, технологічні, демографічні, науково-технічні тощо.

*ЕЛС*, як будь-яка відкрита система, отримує з зовнішнього середовища речовину, енергію та інформацію для забезпечення своєї життєдіяльності, а також розвитку та удосконалення [2.42].

Еколого-орієнтоване управління *ЛЛ* потребує застосування сучасних підходів. Аналіз досліджень фахівців з логістики [2.43 – 2.46] дозволив виділити наступні підходи до моделювання *ЕЛЛ*: *організаційний, потоковий, процесний*. Основною відмінністю підходів є розуміння сутності ланцюга та елементів, що його утворюють.

### Організаційний підхід

Склад учасників *ЛЛ* може відрізнятись в залежності від сфери бізнесу, характеристик продукту, логістичних процесів, функцій та операцій, що здійснюються в системі, тощо. Для створення моделі замкнутої *ЛС* (логістичної системи зі зворотним зв'язком), до складу якої входять замкнуті, повні *ЛЛ*, використаємо учасників та процеси, що застосовуються в моделі циркулярної економіки, яка запропонована Фондом Еллен МакАртур [2.47]. Відповідно даної моделі, до основних учасників замкнутих *ЛЛ* 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*) (рис. 2.2) [2.48, 2.49].



Рисунок 2.2 – Учасники мезо-, макро-ЕЛС

*ЕЛЛ* складається з двох ланцюгів: прямого та зворотного, в залежності від напрямку руху матеріального потоку. Умовною ланкою, що поділяє повний ланцюг на прямий та зворотний є спожив/користувач продукції.

### *Потоковий підхід*

Потоковий підхід визначає об'єктом управління в логістиці матеріальні та супутні потоки. В повному, замкнутому *ЕЛЛ* розглядається управління не тільки прямими матеріальними потоками, але й потоками, що рухаються в протилежному до прямого матеріального потоку напрямку.

Необхідність враховувати рух товарно-матеріальних цінностей у зворотному напрямку призвела до виникнення зворотного зв'язку та реверсивних (зворотних) матеріальних потоків як об'єкта управління реверсивної логістики [2.50, 2.51]. Зворотний матеріальний потік – це сукупність товарно-матеріальних цінностей, віднесена до визначеного часового інтервалу та скерована в напрямку від джерела її споживання до джерела утворення з метою відновлення корисності або вилучення з обігу [2.52].

Існують розбіжності і у визначенні сутності зворотних та поворотних потоків. Зворотні потоки (від слова зворотно) направлені в сторону, протилежну прямому потоку до місць їх переробки для подальшого залучення в господарський обіг. Отже, для зворотних потоків визначальним є напрямок руху – протилежний прямому. Поворотний потік – це товарний потік, що організовується та направляється одержувачем на адресу постачальника за узгодженими з ним термінами, формою розрахунків і якістю товару [2.53]. Поворотні матеріальні потоки (від слова повернути) складаються з повернутих товарів, тари, пакування тощо однією стороною іншої, на адресу постачальника, продавця. У складі зворотних потоків крім поворотних виділяють ще матеріальні потоки, що підлягають рециклінгу або утилізації, так звані рециклінго-утилізаційні потоки [2.52, 2.54].

Потокову модель *ЕЛС* представлено на рисунку 2.3.

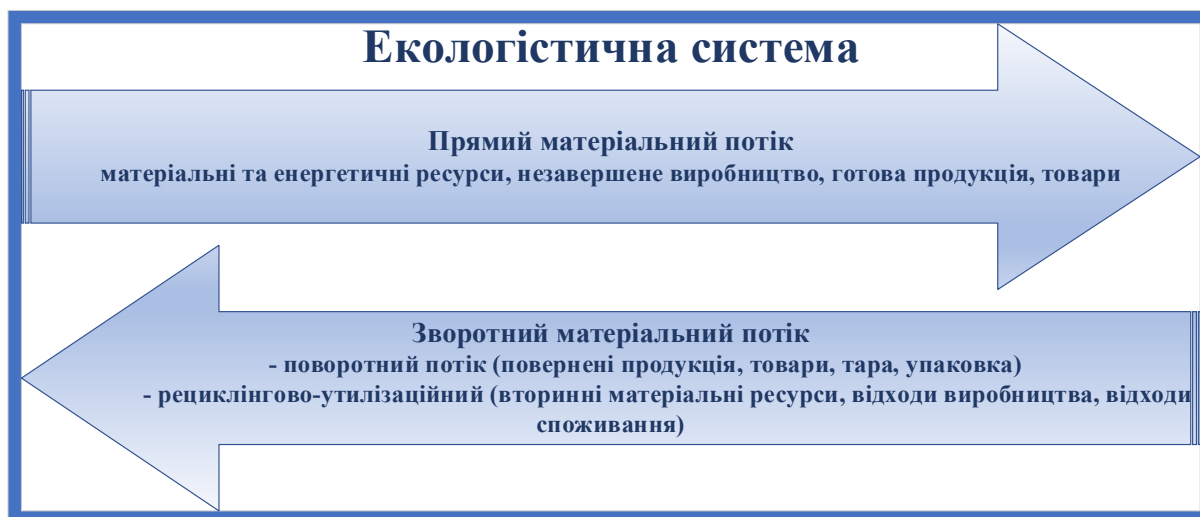


Рисунок 2.3 – Матеріальні потоки *ЕЛС*

### *Процесний підхід*

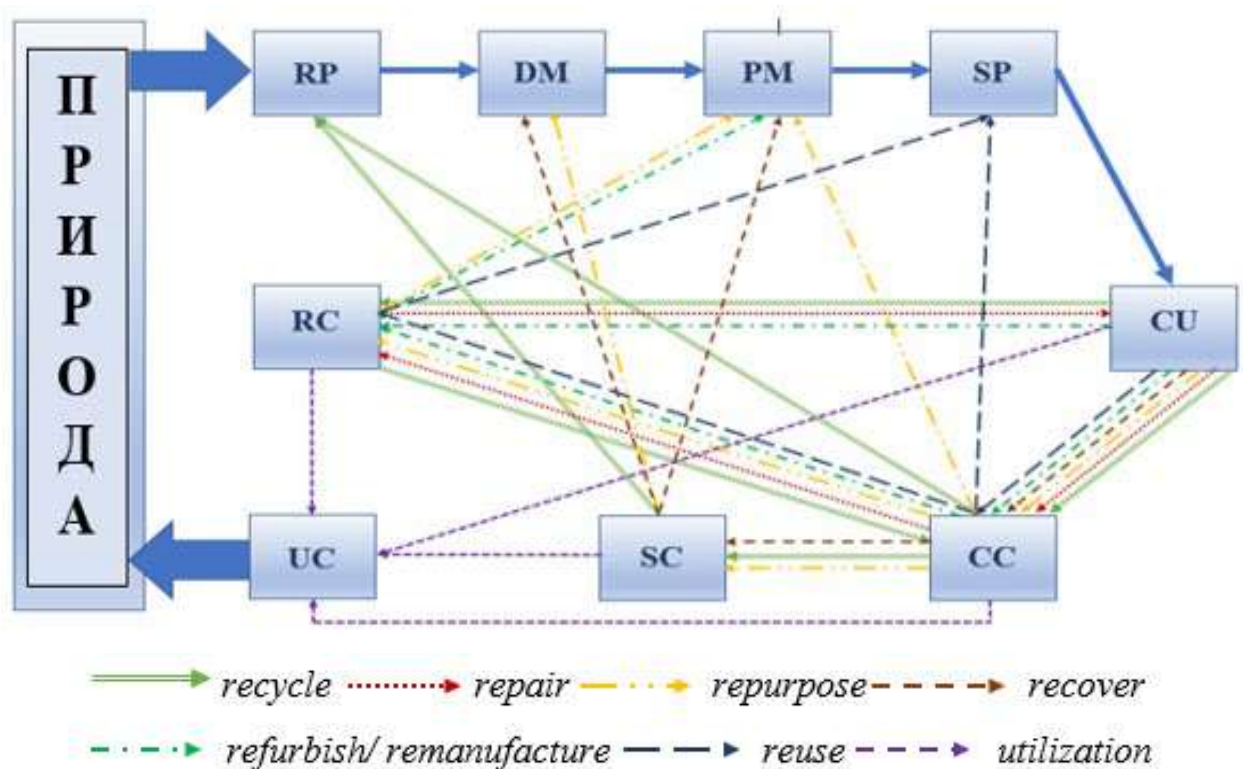
Оснoву циркулярної економіки утворюють повні, замкнуті *ЛЛ*, що забезпечують інтегрований еколого-економічний ефект на протязі всього життєвого циклу продукту завдяки відновленню цінності продуктів, матеріалів, ресурсів [2.55, 2.56]. Об'єктом управління в замкнутому *ЛЛ* при процесному підході є логістичні бізнес-процеси на рівні *мікро-*, *мезо-* та *макро-ЕЛС*.

Логістична організація бізнесу ґрунтується на інтеграції окремих виробничо-комерційних функцій в єдину систему матеріалоруху, посиленні координації та кооперування окремих суб'єктів господарювання у процесі досягнення спільної мети – забезпечення максимальної економічної ефективності господарської діяльності, яка досягається за рахунок загальносистемної оптимізації бізнес-процесів [2.57].

Необхідною умовою для успішного функціонування *ЕЛЛ* є узгодження принципів процесного та потокового підходів. Пропонується формувати ланцюги процесів відповідно напрямку руху потоків. В даному випадку логістичний процес розглядається як елемент процесу створення цінності.

Реалізація концепції циркулярної економіки, яка базується на створенні замкнутих *ЕЛС*, що потребує замикання *ЛЛ* шляхом створення систем зі зворотним зв'язком, призвело до застосування процесів, які не є характерними

для лінійних *ЛЛ*. Серед процесів циркулярної економіки слід виділити процеси, що мають відношення до реверсивної логістики та приймають участь в організації реверсивних потоків для створення зворотного зв'язку в замкнутому *ЕЛЛ*: *recover*, *recycle*, *refurbish*, *remanufacture*, *repurpose*, *repair*, *reuse* [2.58]. Завдяки цим процесам, які можна назвати циркулярними, виникають логістичні петлі між учасниками *ЕЛЛ*, що забезпечують зворотний зв'язок в замкнутих *ЕЛЛ* (рис. 2.4) [2.59].



*RP* – постачальник ресурсів, *DM* – виробник деталей, *PM* – виробник продукції, *SP* – постачальник послуг, *CU* – споживач/користувач, *CC* – центр збору, *RC* – центр ремонту, *SC* – центр розбору, *UC* – центр утилізації

Рисунок 2.4 – Концептуальна модель *ЕЛС*

Найбільшу кількість логістичних петель створює процес *recycle* (рециклінг, переробка) – десять петель. Процес повернення відходів, скидів та викидів в виробничий цикл може здійснюватися майже всіма елементами *ЕЛЛ*.

Процес *repair* (ремонт, технічне обслуговування) створює одну логістичну петлю, оскільки ремонт та обслуговування несправного продукту для використання відповідно оригінального призначення потребує участі центру ремонту.

Процес *repurpose* (переорієнтація) створює три логістичні петлі, оскільки шлях продукту, що вийшов зі строю, до виробника продукції йде через центр збору або центр збору та центр ремонту, а частини продукту рухаються через центр розбору.

Процес *recover* (відновлення) створює дві петлі на *ЛЛ*, оскільки після розбору продуктів, продукти та їх компоненти можуть поступати до виробників деталей та виробників продукції.

Процеси *refurbish* (оновлення, ремонт) та *remanufacture* (оновлення, модифікація) створюють дві петлі, оскільки продукція від споживачів може поступати, як в центр ремонту через центр збору, так і безпосередньо.

Процес *reuse* (повторне використання) створює дві петлі, оскільки передбачає повторне використання продукту для первісних або нових цілей в первісному вигляді або з деякими змінами і незначними поліпшеннями.

Крім зворотних процесів в моделі циркулярної економіки є процес *utilization* (утилізація), який направлений на безпечну переробку відходів, які не можуть бути використані в інший, більш ефективний спосіб.

#### *Математична модель ЕЛС*

Сутність математичної моделі полягає в формуванні зворотних матеріальних потоків, що дозволяють замкнути *ЛЛ* завдяки організації циркулярних процесів та досягти максимального значення загального грошового потоку від їх реалізації [2.59]. Для вирішення поставленого завдання використовується метод лінійного програмування економіко-математичного моделювання.

Прийmemo, що рух матеріального потоку здійснюється з ланки  $i$  до ланки  $j$  *ЛЛ*. Позначення ланок ланцюгу наступні:

$$i = \{I_E; I_{RP}; I_{DM}; I_{PM}; I_{SP}; I_{CU}; I_{CC}; I_{SC}; I_{RC}; I_{UC}\},$$

$$j = \{J_E; J_{RP}; J_{DM}; J_{PM}; J_{SP}; J_{CU}; J_{CC}; J_{SC}; J_{RC}; J_{UC}\},$$

де  $\{I_E; I_{RP}; I_{DM}; I_{PM}; I_{SP}; I_{CU}\}$ ,  $\{J_E; J_{RP}; J_{DM}; J_{PM}; J_{SP}; J_{CU}\}$  – множини учасників прямого ЛЛ,  $\{I_{CU}; I_{CC}; I_{SC}; I_{RC}; I_{UC}\}$ ,  $\{J_{CU}; J_{CC}; J_{SC}; J_{RC}; J_{UC}\}$  – множини учасників зворотного ЛЛ. Ланцюги починаються та закінчуються наступними елементами:  $I_{RP}$  ( $J_{RP}$ ) – перший учасник прямого ЛЛ (постачальник ресурсів),  $I_{CU}$  ( $J_{CU}$ ) – останній учасник прямого ЛЛ та перший учасник зворотного ЛЛ (споживач/користувач),  $I_{UC}$  – останній учасник зворотного ЛЛ (утилізаційний центр),  $I_E$  – природне середовище.

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

$$CF = \sum_{i=I_{CU}}^{I_{UC}} \left( \sum_{j=J_{RP}}^{J_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L cf_{ij}^{pl} \cdot x_{ij}^{pl} + cf_i^u \cdot x_i^u \right) \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

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

$$\sum_{i=I_{CU}}^{I_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} = a_j, \quad (2.2)$$

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

$$\sum_{j=J_{RP}}^{J_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} + x_i^u = b_i, \quad (2.3)$$

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

$$\sum_{i=I_{CC}}^{I_{RC}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} \leq g_j, \quad (2.4)$$

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

- на потреби ланок прямого ЛЛ у зворотному матеріальному потоці



$$\sum_{i=I_{RP}}^{I_{CU}} \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L x_{ij}^{pl} \leq h_j, \quad (2.5)$$

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*

$$x_j^u \leq k_{dj} \cdot x_{ij}, \quad (2.6)$$

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*

$$\sum_{j=J_{CU}}^{J_{RC}} x_j^u \leq k_r \left( x_{I_E} - \sum_{j=J_{RP}}^{J_{SP}} x_j^u \right), \quad (2.7)$$

де  $k_r$  – коефіцієнт утилізації в зворотному *ЛЛ*.

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

### **2.3 Характеристика екологічного продукту як результату конвергентного управління екологічною системою**

Основною ціллю створення *ЕЛС* як *ЛС*, що враховує екологічний аспект в логістичній діяльності, є надання логістичних послуг з мінімальним негативним впливом на природне середовище. Виникає новий вид еколого-

орієнтованих логістичних послуг, для якого характерні специфічні та загальні риси послуг.

Послуга в загальному розумінні цього терміну є результат деякого дії, що здійснюється за взаємодії постачальника та клієнта і приносить користь клієнту. За визначенням Ф. Котлера, послуга – це будь-який захід або вигода, які одна сторона може запропонувати іншій стороні та які в основному невловимі [2.60].

Надання послуги може бути пов'язано або не пов'язано з товаром в його матеріальному вигляді. Послуга як результат праці має споживчу вартість, що визначає її товарний характер, який виражається в здатності бути реалізованою споживачам в якості специфічного товару [2.60]. Ця риса ріднить послугу з матеріальним товаром. Таким чином, в сучасних умовах розвитку ринку особливу роль набуває не тільки сам товар, а й сукупність послуг, пов'язаних з розподілом матеріального потоку і подальшою його експлуатацією.

На думку учасників і фахівців ринку, основна частина послуг, що надаються споживачеві, припадає на сферу логістики, а саме: перевезення, підготовка товарно-матеріальних цінностей до споживання, вантажопереробка, складування, зберігання. На даний час в ціні продукції витрати на логістичні операції складають значну частину. Таким чином, природа логістичної діяльності передбачає можливість надання споживачу матеріального потоку різноманітних логістичних послуг [2.61].

Для вітчизняного ринку поняття «логістична послуга» є новим. Багато хто сприймає логістичні послуги тільки як комплекс транспортних та складських послуг. Дане розуміння є помилковим і вкрай обмеженим. Сучасний ринок логістичних послуг може запропонувати широкий спектр послуг. Логістичні послуги слід сприймати як цілий комплекс послуг, що сприяють ефективній організації матеріальних потоків [2.62].

Отже, під *логістичної послугою* пропонується розуміти комплекс послуг з виконання замовлення споживача на проведення роботи з організації та управління потоковими процесами з метою їх оптимізації [2.61].

Фахівці з логістики мають спільну думку стосовно класифікації логістичних послуг [2.63, 2.64]. Логістичні послуги класифікують за часом здійснення, за змістом робіт, по відношенню до споживача [2.63, 2.64].

За часом здійснення:

1) послуги передпродажного характеру – це роботи й операції з формування попиту на логістичне обслуговування, до яких відносять:

- консультації;
- демонстрації (у деяких випадках – пробне використання).

2) логістичні послуги, що надаються у процесі реалізації товарів та забезпечують ефективне просування матеріальних потоків і доставку продукції до місця призначення, дотримуючись замовлень споживачів, а саме:

- наявність товарних запасів на складі;
- підбір та комплектацію партій постачань;
- пакування;
- маркування;
- формування вантажних одиниць;
- надання інформації про проходження вантажів;
- роботу із забезпечення надійності постачань.

3) логістичні послуги післяпродажного характеру, до яких належать:

- послуги з гарантійного обслуговування;
- послуги з забезпечення запасними частинами;
- зобов'язання щодо розгляду претензій покупців;
- забезпечення зворотних потоків;
- забезпечення обміну продукції тощо.

За змістом робіт:

1) жорсткий сервіс – включає послуги, пов'язані з забезпеченням працездатності, безвідмовності й погоджених параметрів експлуатації товару;

2) м'який сервіс – *послуги, пов'язані з більш ефективною експлуатацією товару в конкретних умовах роботи споживача, а також розширенням сфери його використання.*

По відношенню до споживача:

1) прямий сервіс – включає послуги, спрямовані на безпосереднього споживача;

Класифікація логістичних послуг необхідна для визначення підходів до їх реалізації, оптимізації та оцінки, що дозволяє підвищити їх ефективність і якість.

В наведеній вище класифікації логістичних послуг виділяються послуги, що мають відношення до післяпродажного обслуговування клієнтів та організації зворотних потоків. Виокремлення цих послуг в логістичній діяльності та приділення їм уваги призвело до формування нових еколого-орієнтованих напрямків в логістиці: екологістики, логістики ресурсозбереження, реверсивної логістики, логістики відходів тощо [2.65].

Логістична послуга є центральним елементом логістичного продукту, який утворюються в результаті надавання логістичних послуг та функціонування ЛС.

В [2.66] під *логістичним продуктом (ЛП)* пропонується розуміти комплекс акцентованих вимог клієнтів, які можуть бути реалізовані на певному рівні в ЛС. ЛП характеризується складною внутрішньою структурою, в якій вирізняються три рівні: *товар, вантаж, логістичний продукт* [2.67].

*Перший рівень – товар* стосується передусім фізичної форми продукту, яка, в свою чергу, відображає сутність продукту щодо потреб, заявлених на ринку.

До загальних фізичних відносяться розмірно-масові та теплофізичні характеристики (властивості) одиничних екземплярів і сукупних товарних мас (пакувальних одиниць і товарних партій) [2.68].

Специфічні фізичні властивості одиничних екземплярів товарів встановлюються тільки для товарів, що характеризуються цілісністю. Їх можна поділити на такі групи: структурно-механічні, теплофізичні, електричні, оптичні, акустичні, фізико-хімічні та біологічні властивості. До специфічних фізичних характеристик товарних партій відносяться об'ємна (насипна) маса і скважистість.

*Другий рівень* – товар як вантаж, що характеризується певними транспортними характеристиками. Транспортна характеристика вантажів – це режим зберігання, спосіб упаковки (її характеристики і властивості, габаритні розміри), перевантаження і перевезення, фізико-хімічні властивості вантажу, сприйнятливість до атмосферних явищ, вплив на навколишнє середовище, ступінь небезпеки, обсяг, маса і форма пред'явлення до перевезення [2.69].

*Третій рівень* – *ЛП* як комплекс побажань і очікувань споживачів, що практично означає переміщення і складування вантажу у *ЛЛ* поряд з додатковими функціями, такими як пакування, страхування, кредитування поставок, ремонт і зберігання, транспортування, складування, гарантійне обслуговування, кожна з яких відособлено може трактуватися як засіб надання відповідної логістичної послуги [2.70].

Таким чином, товар який є предметом цільового переміщення, є вантажем. Вантаж, який, в свою чергу, є предметом логістичного обслуговування, є *ЛП*. Отже, *ЛП* є ширшим поняттям, ніж товар або вантаж. Але фізична форма вантажу стає *ЛП*, центральним пунктом *ЛС* тільки тоді, коли його економічна форма надає можливість досягнення усіма ланками *ЛЛ* запланованих прибутків [2.70].

Еволюція у сфері переходу від вантажу до *ЛП* при переміщенні між виробником і споживачем вже відбулась. Результатом логістичного процесу став продукт, який характеризується певними рисами, що представляють конкретну цінність для клієнта.

З економічного погляду до найважливіших рис *ЛП* належать: вартість товару як основа визначення економічної придатності до транспортування і

складування; життєвий цикл *ЛП*; субституційність (замінність) *ЛП*; ціна *ЛП* [2.70].

Зміна світогляду та цінностей людства на більш гуманні до довкілля призвела до виникнення екологічної спрямованості логістичних послуг та утворення екологістичних послуг. Під *екологістичною послугою* пропонується розуміти логістичну послугу, що враховує екологічний чинник та прагне мінімізувати екодеструктивний вплив на довкілля від логістичної діяльності.

Отже, екологістичній послугі, як і логістичній, властиві наступні характеристики:

1. *Неможливість відчутти екологістичної послугу «на дотик».*  
Виявляється у складності специфікації екологічної складової, а також у складності її оцінки споживачем логістичних послуг.
2. *Невіддільність від джерела.* Екологістичні послуги невіддільні від свого джерела – продуцента, на відміну від матеріального товару, який може існувати незалежно.
3. *Мінливість якості.* Якість екологістичних послуг виявляє тенденцію до коливань залежно від ступеня досконалості *ЕЛС*, вимог клієнтів, впливу багатьох випадкових факторів.
4. *Адресність послуг.* Екологістичні послуги надаються замовнику безпосередньо. Це відрізняє їх від товару в матеріальному вигляді, який випускається, орієнтуючись на загальний попит цільового ринку.
5. *Унікальність для одержувача.* Кожна екологістична послуга відрізняється від попередньої за своїми параметрами, термінами, умовами споживання.
6. *Неможливість накопичення послуг.* Екологістичні послуги не можливо зробити про запас, їх не можна складувати, тобто неможливо накопичувати.
7. *Еластичність попиту.* Перевагою екологістичних послуг порівняно із товаром у матеріальному вигляді є їх велика еластичність на ринку

збиту. У зв'язку зі зміною концепції розвитку людства на сталий розвиток швидко зростає попит на екологістичні послуги зі зниженням на них цін і збільшенням доходів підприємств-споживачів.

8. *Оперативність*. Екологістичні послуги дають тим більший економічний ефект, чим швидше відбувається їх реалізація. Дуже часто саме оперативність послуг залучає потенційних замовників.

Таким чином, логістична послуга перетворюється на екологістичну, а *ЛП* – на *ЕЛП* (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Структура *ЕЛП*

*ЛП* насамперед формують відповідно до ринкових тенденцій відносно життєвого циклу продукту на всіх його фазах. У взаємозв'язку із життєвим циклом логістичної послуги виникає життєвий цикл *ЛП*, які впливають на формування характеристик життєвого циклу проекту *ЛС*.

#### **2.4 Розробка трансформаційної моделі життєвого циклу проекту екологістичної системи**

З позицій проектного підходу *ЕЛС* розглядається як унікальний результат, що отримується від цілеспрямованої тимчасової діяльності. Отже, на проект *ЕЛС* відводиться обмежений час, який прийнято називати

*життєвим циклом (ЖЦ) проекту.* Успішне створення, розвиток *ЕЛС* потребує застосування моделей та методів управління проектами, в тому числі розробки моделі *ЖЦ* проекту *ЕЛС* та визначення зв'язків між його часовими параметрами [2.71].

*ЖЦ* є одним з основних понять не тільки проектного, але й системного, біологічного, логістичного, маркетингового та інших підходів. Відповідно до [2.70] *ЖЦ (life cycle, LC)* – це розвиток системи, продукту, послуги, проекту або інших виготовлених людиною об'єктів, починаючи зі стадії розробки концепції та закінчуючи припиненням використання.

В залежності від об'єкту дослідження, існує багато різновидів *ЖЦ*: організації, продукту, товару, інформації, клієнта, команди, проекту, документу, інновації, логістичної системи тощо. В управлінні проектами під *ЖЦ* проекту розуміють період часу від початку до завершення проекту.

#### *Життєвий цикл проекту*

*A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)* [2.73]

Період часу від початку до завершення проекту називається життєвим циклом проекту.

*Руководство по проектному менеджменту. Национальный Стандарт РФ* [2.74]

Життєвий цикл проекту охоплює період часу від початку проекту до його планового завершення або дострокового припинення.

*P2M «Program & Project Management for Enterprise Innovation»* [2.75]

Кожен проект може бути охарактеризований тривалістю – проміжком часу від формування замислу проекту до завершення проекту.

*ЖЦ* проекту поділяються на фази, склад і зміст яких визначається потребами управління і контролю. Фази проекту – це окремі частини в межах проекту, які потребують додаткового контролю для ефективного управління досягненням основного результату проекту [2.74].

Фази проекту можуть відрізнятися не тільки кількісно, але і якісно – при однаковій назві, фази в різних прикладних сферах можуть мати різне змістовне



навантаження. Навіть в одній прикладній сфері проекти можуть відрізнятися по кількості та тривалості фаз життєвого циклу [2.76].

Відповідно *P2M* кожна фаза проекту може бути охарактеризована певною властивістю в рамках місії, що виконується, та задач, що вирішуються. Таким чином, процес формування *ЖЦ* проекту є універсальним. Типовий *ЖЦ* проекту включає початкову, проміжну та завершальну фази. Проміжна фаза може бути поділена на дві та більше фаз [2.75].

Згідно з вимогами Світового банку (*World Bank*) та підрозділу ООН з питань економічного розвитку (*UNIDO*) *ЖЦ* проекту поділяється на передінвестиційну, інвестиційну та експлуатаційну фази. В [2.77] наголошується, що до *ЖЦ* проекту входять початкова, проміжна і заключна фази, що представляє собою укрупнений варіант поетапного розбиття проекту. В [2.78] пропонується ділити проект не тільки на фази, але і на етапи, між якими встановлюється нечітка відповідність. Наприклад, етапу становлення проекту відповідають фази ініціалізації та планування, а етапу реалізації – фази планування і реалізації і т.д.

Якщо розглядати проект як динамічну систему, що розвивається, то в циклі розвитку системи рекомендується виділяти такі фази *ЖЦ*, як зародження, зростання, зрілість, завершення [2.79, 2.80] або дитинство, зрілість, старість [2.81]. Такий погляд на проект збігається з поділом *ЖЦ* проекту на чотири етапи: концепція (зародження), розробка (розвиток), реалізації (зрілість), завершення (метаморфоза) [2.80].

*ЖЦ* проекту (його тривалість, виділення окремих фаз та етапів) в значній мірі залежать від характеристик самого проекту (сфери застосування, масштабів, складності тощо).

Проект вважається закінченим, коли досягнуті його цілі. Нажаль, в сучасних умовах до цілей проекту не завжди включається екологічний аспект, і проект вважається завершеним, коли припиняється виробництво продуктів або надання послуг та надходження грошових коштів від їх реалізації. В

Стандартах, що регламентують управлінську діяльність з урахуванням екологічного аспекту, ЖЦ має свої специфічні особливості.

#### *Життєвий цикл*

*Міжнародний стандарт ISO 14001:2004. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [2.82]*

Послідовні стадії системи виробництва продуктів (або послуг) від придбання сировини або вироблення з природних ресурсів до остаточної утилізації.

*Национальный стандарт РФ. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла [2.83]*

Послідовні та взаємопов'язані стадії системи життєвого циклу продукції від придбання або виробництва з природних ресурсів або сировини до остаточного розміщення в навколишньому середовищі.

*Национальный стандарт РФ. Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента [2.84]*

Послідовні та взаємозв'язані стадії продукції (або послуг), від закупівлі сировини або виробництва з природних ресурсів до утилізації.

Зростаюча важливість проблеми захисту навколишнього середовища і можливих впливів, пов'язаних з продукцією, що виготовляється та споживається, потребує подовження ЖЦ за рахунок додавання еколого-орієнтованих фаз (етапів, стадій). Відповідно до [2.81] стадії ЖЦ повинні включати в себе придбання сировини, проектування, виробництво, транспортування/постачання, застосування, переробку після втрати придатності й остаточну утилізацію. В [2.82] оцінка ЖЦ включає розгляд всього ЖЦ продукту від видобутку сировини і його придбання, включаючи виробництво енергії, матеріалу і виготовлення, до застосування продукту і наступного припинення його використання і остаточної утилізації.

Для врахування специфічних особливостей ЖЦ різноманітних систем, в тому числі проектів, будується модель ЖЦ. Модель ЖЦ уявляє собою структуру процесів та дій, пов'язаних з життєвим циклом, що зорганізуються

в стадії, які також служать в якості загального посилення для встановлення зв'язків та взаєморозуміння сторін. Кожна стадія описується формулюванням цілей та виходів [2.72].

Модель *ЖЦ* представляється в вигляді послідовності стадій, які можуть перекиватись і (або) повторюватись циклічно відповідно до галузі застосування, розміром, складністю, потребою в змінах та можливостях [2.75].

*ЕЛС* базується на створенні рециклінгово-утилізаційних потоків, які замикають *ЛЛ* завдяки створенню логістичних петель циркулярних процесів реверсивної логістики, що входять до фреймворків циркулярної економіки [2.85]. Рециклінгово-утилізаційні потоки повертають продукти, їх частини, компоненти, матеріали в процес виробництва та споживання в якості вторинних матеріальних ресурсів, компонентів та продукції, що дозволяє скоротити споживання первинних ресурсів та подовжити строк експлуатації продуктів. Таким чином, подовжується *ЖЦ* продукту (продукції) або виробу – сукупність етапів, які виконуються з моменту виявлення потреб суспільства в певній продукції до моменту задоволення цієї потреби та утилізації продукту [2.86].

До складу *ЖЦ* продукту входять:

- *маркетинговий ЖЦ* (життєвий цикл товару), пов'язаний з поведінкою товару на ринку, до складу якого, в залежності від обсягів продажу товарів, входять наступні етапи: виведення на ринок, зростання, зрілість та занепад;
- *функціональний ЖЦ*, що відноситься до функціонального призначення виробу та є більш тривалим, ніж маркетинговий цикл, оскільки закінчується виходом виробу з експлуатації та утилізацією;
- *логістичний ЖЦ продукції*, який відображає поведінку продукції з точки зору логістичних витрат з моменту розробки продукту, його впровадження в виробництво аж до моменту виходу з ринку.

Всі вище перелічені *ЖЦ* закінчуються моральним або фізичним зносом продукту та припиненням його експлуатації шляхом знищення (утилізації). В них не передбачається можливість повторного використання продукту або

його частин, в результаті якого можна було б підвищити цінність продукту та подовжити корисний строк його використання. Мова не йде навіть про повторне використання матеріалів, з яких складається продукт, в якості вторинних ресурсів.

Такий погляд на закінчення експлуатації продуктів відповідає лінійній моделі економіки та наносить великої шкоди природі за рахунок надмірного використання природних ресурсів і накопичення відходів життєдіяльності в навколишньому середовищі. Вирішити проблему можливо завдяки подовженню ЖЦ продукту шляхом максимально можливих термінів його корисної експлуатації за допомогою впровадження циркулярних процесів (R-процесів) циркулярної моделі економіки (рис. 2.6).

ЖЦ проекту ЕЛС має відмінності від проекту ЖЦ проекту ЛС, обґрунтовані специфічними особливостями даного типу проектів. Пропонується поділяти ЖЦ проекту ЕЛС на наступні фази: *передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну, регенеративну, ліквідаційну.*

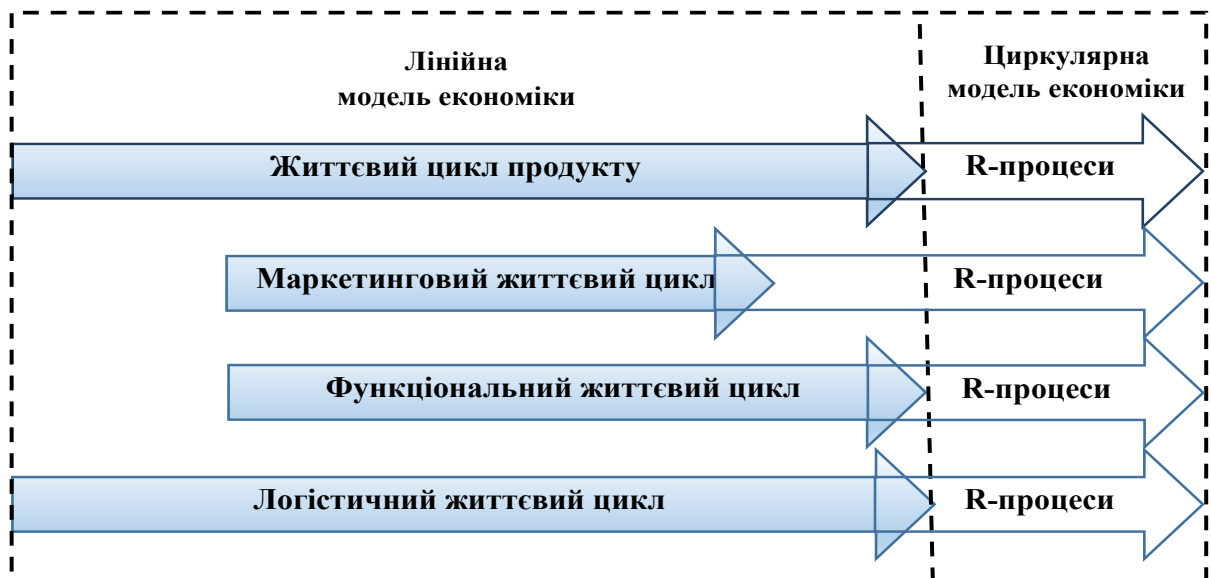


Рисунок 2.6 – Структура ЖЦ продукту в лінійній та циркулярній моделях економіки

Три перші фази (передінвестиційна, інвестиційна, експлуатаційна) є стандартними фазами для сучасних інвестиційних проектів, в тому числі *ЛС*. Наявність четвертої регенеративної фази відображає специфіку *ЕЛС* та забезпечує замикання *ЛЛ*. Саме на протязі цієї фази протікають циркулярні процеси по поверненню продукту (його частин або матеріалів) в процеси виробництва та споживання.

В природі явище регенерації властиве живим організмам. Регенерація (лат. *regeneratio* – відродження) – відновлення структур організму в процесі життєдіяльності або тих структур, що були втрачені внаслідок патологічних процесів [2.87, 2.88]. Отже, регенеративну фазу можна назвати ще відновлювальною фазою або фазою відродження.

На фазі регенерації надаються логістичні послуги, пов'язані з обслуговуванням зворотних матеріальних потоків. До послуг зворотної логістики відносяться: збір та повернення товарів, транспортування, складування повернутих товарів, комплектуючих, вторинної сировини, розборка пошкоджених товарів або тих, що вийшли з експлуатації, ремонт товарів, утилізація тощо. У випадку з організацією рециклінгово-утилізаційних потоків та замиканням *ЛЛ* мова йде про короткострокову регенерацію, тобто швидке відновлювання продуктів або утворення потоків вторинних матеріальних ресурсів.

Створення та функціонування об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури *ЕЛС*: вантажних терміналів, складських комплексів, розподільних, ремонтних центрів та інших об'єктів, а також створення комунікацій між цими об'єктами має негативний вплив на довкілля. Негативні наслідки можуть проявлятися в коротко- та середньостроковій, а частіше в довгостроковій перспективі. Для виконання комплексу дій з ліквідації екодеструктивних наслідків та відновлення екосистеми потрібен час, який визначається тривалістю останньої, ревіталізаційної фази проекту *ЕЛС*.

Отже, екологізація *ЛС* призводить до збільшення кількості фаз та тривалості *ЖЦ* проекту (рис. 2.7).

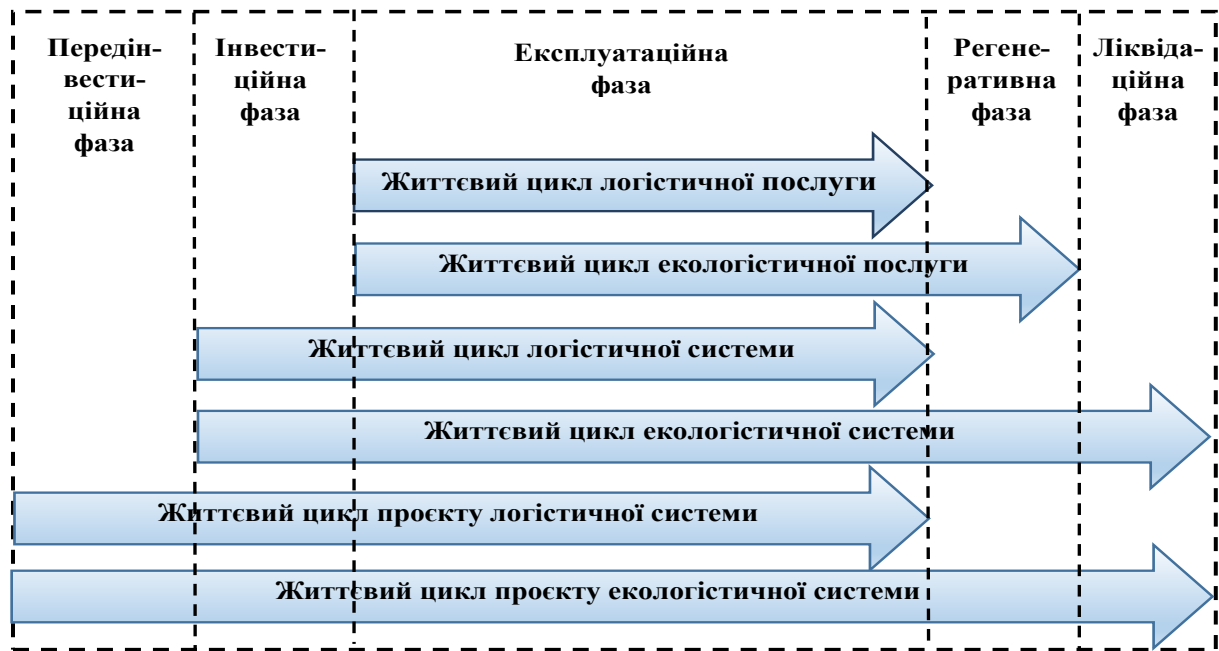


Рисунок 2.7 – Структура ЖЦ проектів ЛС та ЕЛС

Кожен проект характеризується власною моделлю ЖЦ, яка формується взаємопов'язаними фазами. В [2.73] виділяють три основних типи взаємозв'язків між фазами проекту: послідовний зв'язок; зв'язок, що перекривається; ітераційний зв'язок. В проектах, які складаються з багатьох фаз, на протязі життєвого циклу може існувати декілька зв'язків між фазами. Зв'язки, які використовуються в періоди між фазами, визначаються такими міркуваннями, як необхідний рівень контролю, ефективність і ступінь невизначеності.

В проектах ЕЛС фази ЖЦ можуть протікати як послідовно одна за одною (наприклад, інвестиційна фаза настає після завершення передінвестиційної фази), так і перекриватись (наприклад, регенеративна фаза починається до завершення експлуатаційної фази, коли продукт від кінцевого споживача поступає в зворотний потік матеріальних ресурсів, а ревіталізаційна фаза починається разом з інвестиційною та протікає майже до закінчення проекту) (рис. 2.8).

## Життєвий цикл проекту

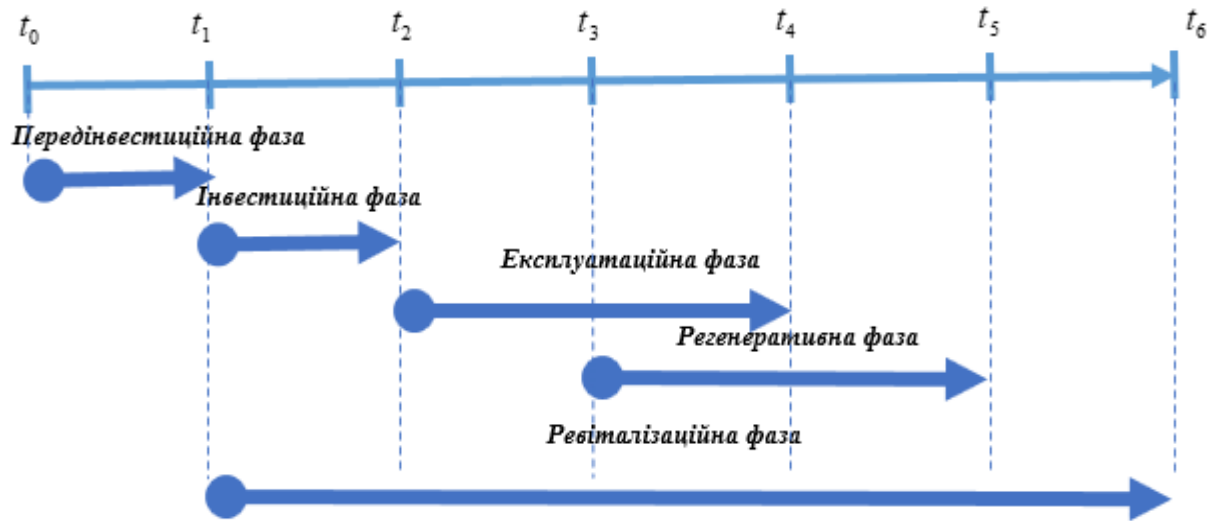


Рисунок 2.8 – ЖЦ проекту ЕЛС

Фази ЖЦ завершуються отриманням реальних проміжних результатів – продуктів, а також виконаною роботою, її якістю та управлінськими аспектами, які залежать від типів та характеристик результатів. На момент закінчення останньої фази ЖЦ проекту повинні бути отримані всі результати [2.74].

### 2.5 Висновки до розділу 2

1. З використанням організаційного, процесного та потокового підходів визначено специфічні особливості проектів ЕЛС, як ЛС мікро-, мезо- та макрорівнів, що складаються з елементів-ланок, взаємозв'язаних в процесі управління рухом прямих та зворотних логістичних потоків, з урахуванням екодеструктивного впливу на довкілля.

2. Розроблено концептуальну модель ЕЛС, яка включає прямий та зворотний (рециклінго-утилізаційний) матеріальні потоки, учасників та циркулярні процеси, властиві моделі циркулярної економіки, запропонованої Фондом Елен МакАртур.

3. Представлено *ЕЛП* як результат конвергентного управління *ЕЛС*, в якому відображено фізичні властивості товару, транспортні характеристики вантажу, та специфічні екологістичні послуги.

4. Розроблено математичну модель *ЕЛС*, завдяки використанню якої можливо вирішити завдання оптимізації зворотних рециклінгово-утилізаційних матеріальних потоків в *ЕЛС*, що дозволить досягти максимального значення сумарних грошових потоків від впровадження циркулярних процесів та розподілу матеріальних потоків.

5. Представлено концептуальну модель *ЖЦ* проекту *ЕЛС*, 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.

## 2.6 Список використаних джерел до розділу 2

- 2.1 Organizational Project Management. PMI : Project Management Institute. URL: <http://www.pmi.org/Business-Solutions/Organizational-Project-Management.aspx>. (дата звернення: 02.11.2020).
- 2.2 A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation (P2M). Volume I, Revision 3. Project Management Association of Japan (PMAJ), 2005. URL: <https://pmpractice.ru/knowledgebase/normative/projectstandarts/p2m/> (дата звернення: 04.11.2020).
- 2.3 ISO 21500 : 2012. Стандарт по проектуванню. URL: <https://www.iso.org/about-us.html> (дата звернення: 18.11.2020).
- 2.4 Бушуєв С.Д. Українська асоціація управління проектами : словник-довідник з питань управління проектами. Київ : Видавничий дім «Деловая Украина», 2001. 640 с.



- 2.5 ICB – IPMA Competence Baseline. Version 2.0. IPMA Editorial Committee. Bremen : Eigenverlag, 1999. P. 23.
- 2.6 ISO/TR 10006: 1997 (E). Quality Management – Guidelines to quality in project management. p. 24. URL: <https://www.iso.org/standard/2364.html> (дата звернення: 07.11.2020).
- 2.7 AIPM – Australian Institute for Project Management, National Competence Standard for Project Management. Guidelines, 1996. P.18.
- 2.8 British Standard BS 6079-1:2000. Project Management – Part 1: Guide to Project management, P. 58.
- 2.9 National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0. URL: <https://kn-grup.com/publications/articles/projectmanagement/18-national-competence-baseline-ncb-ua> (дата звернення: 18.11.2020).
- 2.10 ГОСТ Р 54869-2011 Национальный стандарт РФ. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. 9 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54869-2011> (дата звернення: 18.11.2020).
- 2.11 ГОСТ Р 56715.5-2015 Проектный менеджмент. Системы проектного менеджмента. Часть 5. Термины и определения (Переиздание). 20 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200127269> (дата звернення: 24.11.2020).
- 2.12 Ковтун Т.А. Особенности применения системного подхода к проектам. *Вісник Одеського національного морського університету*. Збірник наукових праць. Одеса: ОНМУ, 2011. № 32. С. 170–181.
- 2.13 Кендалл И., Роллинз К. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: максимизация ROI. Москва : ЗАО «ПМСОФТ», 2004. 576 с.
- 2.14 Советский энциклопедический словарь : под ред. А.М. Прохорова. Москва : Советская энциклопедия, 1990. 1632 с.
- 2.15 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.*
- 2.16 Мельник Л.Г. Информационная экономика. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2003. 288 с.
- 2.17 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 / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРУЄНКО СВ, 2020. С. 7–24.
- 2.18 Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Аналіз інтеграційного потенціалу учасників проекту логістичного комплексу. *Управління розвитком складних систем.* Київ : КНУБА, 2019. № 40. С. 40–50.
- 2.19 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 та ін. Одеса : КУПРІЄНКО С.В., 2018. С.140–147.
- 2.20 Ковтун Т.А., Смокова Т.Н. Моделирование интеграционных связей участников проекта создания мультимодального комплекса. *Управління проектами у розвитку суспільства.* Тези доповідей ІХ Міжнародної конференції, 17–18 травня 2013 р. Київ : КНУБА, 2013. С. 117–119.
- 2.21 Ковтун Т.А. Управління проектами створення та функціонування логістичних систем (звіт про НДР проміжний). № державної реєстрації 0119U002262). Одеса : ОНМУ, 2019. Розділ 3.6.
- 2.22 Ковтун Т.А. Теоретичні основи управління проектами розвитку підприємств морського транспорту з урахуванням ситуацій ризику (звіт про НДР заключний). № державної реєстрації 010U0000813. Одеса : ОНМУ, 2012. Розділ 2.
- 2.23 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 «ХП», 2020. № 2 С. 32–42.

- 2.24 Ковтун Т.А. Проектно-орієнтоване управління підприємствами морського транспорту (звіт про НДР заключний). № державної реєстрації 0112U004304. Одеса : ОНМУ, 2014. Розділ 3.
- 2.25 Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами : учебн. пособие для вузов. Москва : ЗАО «Издательство «Экономика», 2001. 574 с.
- 2.26 Митяй О.В. Проектний аналіз : навч. посіб. Київ : Знання, 2011. 311 с.
- 2.27 Зуб А.Т. Управление проектами : учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 422 с.
- 2.28 Управление проектами : Основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетенции специалистов. Москва : Изд-во «Консалтинговое агентство КУЮС», 2001. 265 с.
- 2.29 Баркалов С.А. Математические основы управления проектами: учебн. пособие / под ред. В.Н. Буркова. Москва : Высш. шк., 2005. 423 с.
- 2.30 Черваньов Д.М. Менеджмент інвестиційної діяльності підприємств. Київ : Знання-Прес, 2003. 622 с.
- 2.31 Волков А.С. Инвестиционные проекты : от моделирования до реализации. Москва : Вершина, 2006. 256 с.
- 2.32 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.
- 2.33 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.

- 2.34 Сумець О.М., Бабенкова Т.Ю. Логістичні системи і ланцюги поставок : навч. посібн. Київ : Хай-Тек-Прес, 2012. 220 с.
- 2.35 Уваров С.А. Логистика : общая концепция, теория, практика. СПб. : ИНВЕСТ-НП, 1996. 232 с.
- 2.36 Усманова С.Б. Формирование и развитие мезологистических систем региона. Автореферат дисс. к.э.н. Екатеринбург, 2007. 26 с.
- 2.37 Родников А.Н. Логистика : Терминологический словарь. 2-е изд. Москва : ИНФРА-М, 2000. 352 с.
- 2.38 Крикавський Є. Логістичне управління : підруч. Львів : Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2005. 684 с.
- 2.39 Ковтун Т.А., Смокова Т.М., Ковтун Д.К. Створення мережі транспортно-логістичних центрів – перспективний шлях розвитку транспортно-логістичної системи України. *Транспортні системи і технології. 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.
- 2.40 Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Моделювання множини учасників проекту транспортно-логістичного центру. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двох методологій. Т. 3 : монографія / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРУЄНКО СВ, 2020. С. 183–197.
- 2.41 Ковтун Т.А., Смокова Т.М. Застосування інструментарію якісного аналізу ризиків у проекті створення логістичного центру. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. Сєверодонецьк, 2018. № 2 (243). С. 126–132.
- 2.42 Ковтун Т. А. Современные подходы к управлению проектами. Менеджмент и юриспруденция. Перспективные тренды развития науки : монография. Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2016. С. 93–113.

- 2.43 Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок : учеб. для МВА / В. В. Дыбская та ін. Москва : Эксмо, 2014. 940 с.
- 2.44 Иванов Д.А. Логистика. Стратегическая кооперация. Москва : Вершина, 2006. 176 с.
- 2.45 Калентеев С.В., Кузьменко Ю.Г. О проблемах терминологии современной логистики в РФ. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент»*. 2012. № 30. С. 156–160.
- 2.46 Кузьменко Ю.Г., Левина А.Б., Шмидт А.В. Генезис и современное состояние логистической интеграции в условиях глобализации экономики. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент»*. 2014. Т. 8. № 3. С. 148–161.
- 2.47 Ellen MacArthur Foundation: Towards a Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition / Ellen MacArthur Foundation. 2015. URL: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf) (дата звернення: 15.05.2020)
- 2.48 Kovtun T., Smrkovska V. Modeling of ecologically-oriented closed logistics chains. Intelligent computer-integrated information technology in project and program management: Collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. Riga : ISMA. 2020. С. 79–93.
- 2.49 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.
- 2.50 Тамбовцев А., Тамбовцева Т. Зеленая логистика для устойчивого развития. *Управление и устойчивое развитие*. 2011. № 2 (29) С. 197–203.

- 2.51 Постникова Т.В. Анализ факторов, влияющих на построение цепи поставки с учетом ограничений логистической инфраструктуры. *Наука и образование*. Научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. № 5. С. 434–444.
- 2.52 Дзюбіна К.О., Дзюбіна А.В. Дослідження сутності та моделювання систем функціонування поворотних та утилізаційно-рециклінгових матеріальних потоків. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Проблеми економіки та управління». 2016. № 847. С. 205–212.
- 2.53 Лазарев В.А. Методология управления устойчивостью предприятия: логистическая концепция : монография. М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. 239 с.
- 2.54 Ковтун Т.А. Підходи до моделювання екологістичних ланцюгів. *Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами» (ММП-2020)*, Коблево, 14-18 вересня 2020 р. Праці – Харків : ХНУРЕ, 2020. С.71–74.
- 2.55 Карх Д.А., Потапова С.В. Некоторые теоретические и прикладные аспекты возвратной логистики. *Известия УрГЭУ*. 2012. № 2 (40). С.118 – 122.
- 2.56 Али С.С. Оптимизационный подход в управлении «зелеными» цепочками поставок с обратной связью. Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах. 2015. № 2 (44), Т. 21. С.121–146.
- 2.57 Shherbakov V.V., Shapovalova I.M. Integration of logistical processes in boundary regions. *Economics & Management Research Journal of Eurasia*. 2013. № 2 (2).
- 2.58 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.*
- 2.59 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.
- 2.60 Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг менеджмент : учебник / пер. с англ. С. Жильцова и др. СПб. : Питер, 2006. 464 с.
- 2.61 Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики : учебник / под ред. Б.А. Аникина, Т.А. Родкиной. Москва : Проспект, 2011. 342 с.
- 2.62 Гаджинский А.М. Логистика : учеб. для высших и средних спец. учеб. заведений. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2000. 375 с.
- 2.63 Окландер М.А. Контуры экономической логистики: монография. Київ : Научная мысль, 2000. 175 с.
- 2.64 Пономарьова Ю.В. Логістика : навч. посіб. Київ : ЦНЛ, 2003. 189 с.
- 2.65 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.
- 2.66 Gołemska E. Mokrzyńczak H. Zarządzanie produktem w logistyce przedsiębiorstw. Poznań : SGPiS, 1997. S. 7.
- 2.67 Kompedium wiedzy o logistyce / pod redakcją Elżbiety Gołembskiej. Warszawa, Poznań : Wydawnictwo Naukowe PWN, 1999. S. 56.
- 2.68 Райкова Е.Ю., Додонкин Ю.В. Теория товароведения. Москва : Академия, 2004. 240 с.
- 2.69 Джерер Е.В., Ярмолович Р.П. Транспортные характеристики грузов : учебн. пособие. Одеса : Феникс, 2007. 272 с.

- 2.70 Крикавський Є.В., Чернописька Н.В. Логістичні системи : навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 264 с.
- 2.71 Ковтун Т.А. Життєвий цикл та продукти проекту екологістичної системи. *Управління розвитком складних систем*. 2020. № 4 (44). С. 27–33.
- 2.72 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Процессы жизненного цикла программных средств. Москва, 2010. 188 с.
- 2.73 A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) – Six Edition. USA. PMI, 2017. 574 p.
- 2.74 ГОСТ Р ИСО 21500-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Руководство по проектному менеджменту. Москва, 2014. 60 с.
- 2.75 P2M «Program & Project Management for Enterprise Innovation». 2016. Project Management Association of Japan. URL: [http://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m\\_guide/p2m\\_guide.html](http://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m_guide/p2m_guide.html) (дата звернення: 18.19.2020).
- 2.76 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)»*, Коблево, 9-13 вересня 2019 р. Харків : ХНУРЕ, 2019. С.49–50.
- 2.77 Бэгьюли Ф. Управление проектом / пер.с англ. Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2002. 208 с.
- 2.78 Рач В.А., Антоненко С.В., Черепаха Г.С. Особенности взаимодействия руководителя и команды на различных этапах проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 1. С. 160–170.
- 2.79 Тарасюк Г.М. Управління проектами : навч. посіб. Київ : Каравела, 2004. 344 с.
- 2.80 Керівництво з основ Проектного менеджменту. Інститут проектного менеджменту США. Київ : ВІПОЛ, 1999. 197 с.



- 2.81 Демин Г.К. Закономерности нововведений на основе закона этапного развития систем. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 2. С. 90–98.
- 2.82 Международный стандарт ISO 14001:2015. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. 2015. 46 с.
- 2.83 ГОСТ Р ИСО 14044-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Теория и требования. Москва, 2019. 48 с.
- 2.84 ГОСТ Р ИСО 37101-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента. Общие принципы и требования. Москва, 2018. 45 с.
- 2.85 Ковтун Т.А. Життєвий цикл проекту в рамках бізнес-моделі циркулярної економіки. *Управління проектами : стан та перспективи: матеріали XVI міжнар. науково-практичної конференції*, 8 – 11 вересня 2020 р. м. Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК), 2020. С. 47–50.
- 2.86 Берг Д.Б., Ульянова Е.А, Добряк П.В. Модели жизненного цикла : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 74 с.
- 2.87 Патологічна фізіологія / А.І. Березнякова та ін. Харків, 2003. 424 с.
- 2.88 Патологическая физиология / под ред. А.Д. Адо, М.А. Адо, В.И. Пыцкого и др. Москва, 2000. 607 с.

Результати дослідження розділу 2 представлено в публікаціях [2.12, 2.15, 2.17 – 2.20, 2.23, 2.32, 2.33, 2.39 – 2.42, 2.48, 2.49, 2.54, 2.58, 2.59, 2.65, 2.76, 2.76, 2.85].

## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЗАЦІЯ КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

#### 3.1 Формування змісту продуктів проекту екологістичної системи

Результатом окремих фаз ЖЦ проекту є отримання певних продуктів. На важливе місце, що займає поняття «продукт» в управлінні проектами зазначено в [3.1], де відзначається, що проект являє собою керовану систему дій зі зміни станів об'єкта впливу на протязі ЖЦ, результатом функціонування якої є продукт проекту, але не враховується можливість створення декількох продуктів на протязі ЖЦ проекту.

Продукти проекту можуть мати матеріальне та нематеріальне уявлення. В роботі [3.2] ідентифіковані основні види продукту проекту з точки зору бізнес-рівня, що необхідно для визначення специфіки маркетингу проекту. Проаналізовано співвідношення «життєвий цикл товару – проекту – організації» та отримано узагальнене уявлення даного співвідношення. В якості видів продуктів проекту представлено наступні: матеріальна продукція, послуги або здатність їх оказувати, нематеріальний результат (новий стан системи), але основна увага приділена продукту як кінцевому результату проекту, не враховується можливість отримання проміжних продуктів.

В [3.3] розділяються дві взаємозалежні системи: продукт проекту і сам проект, перша з яких обумовлює другу, але разом з тим, які тісно взаємодіють в процесі управління. Виділяється проект і продукт проекту, який буде синтезований по закінченню проекту, здійснюється класифікація продуктів проекту в [3.4].

В залежності від способу поділу ЖЦ проекту на фази, визначається тривалість кожної фази, її початок і закінчення, результат. Основною вимогою до визначення кількості фаз проекту є необхідність виявлення важливих контрольних точок проекту (віх), які дозволяють оцінити результативність

виконання тієї чи іншої фази і прийняти рішення про подальшу долю проекту [3.5].

За змістовною сутністю *ЖЦ* проекту *ЕЛС* пропонується поділяти на передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну, регенеративну та ліквідаційну фази. Визначальними моментами є отримання продуктів фаз проекту, в якості яких виступають:

- 1) на передінвестиційній фазі – документально оформлений проект (*ПД*) *ЕЛС*;
- 2) на інвестиційній фазі – *ЕЛС* в матеріальному уявленні;
- 3) на експлуатаційній фазі – логістичний продукт (*ЛП*), що включає комплекс логістичних послуг з просування прямих матеріальних та супутніх потоків;
- 4) на регенеративній фазі – екологістичний продукт (*ЕЛП*), до складу якого входить комплекс логістичних послуг з просування зворотних рециклінгово-утилізаційних та супутніх потоків;
- 5) на ревіталізаційній фазі – відроджена екосистема (*ЕС*) (рис. 3.1).

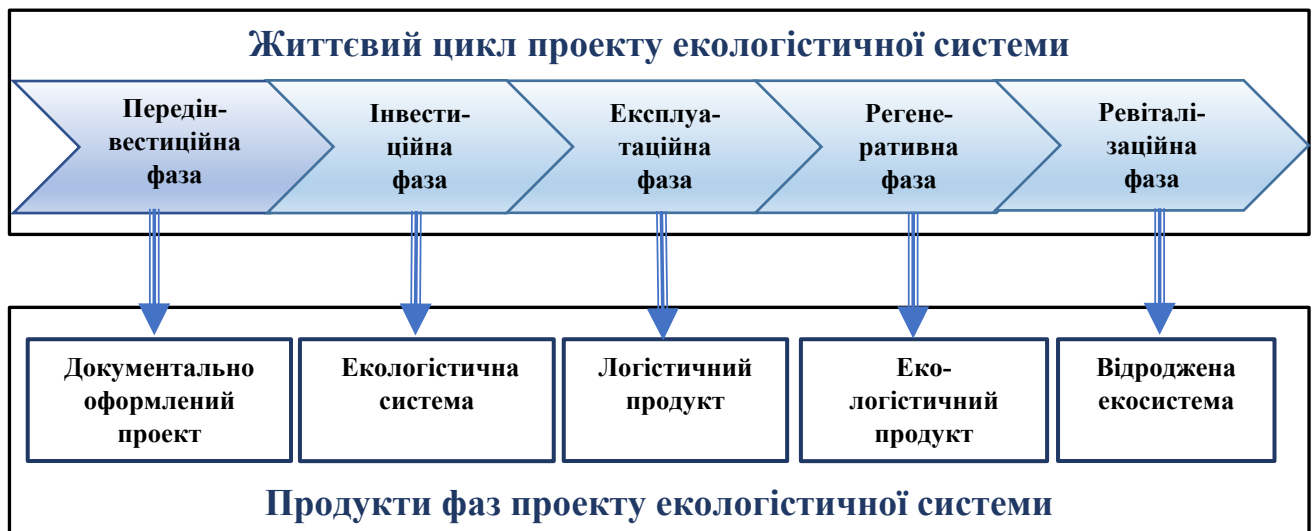


Рисунок 3.1 – Модель *ЖЦ* та продукти проекту *ЕЛС*

На *передінвестиційній фазі* здійснюється розробка проекту *ЕЛС*, який повинен відповідати всім вимогам стандартів з управління проектами [3.6].

Класичне визначення документа свідчить: документ (від лат. *documentum* – повчальний приклад, взірець, доказ) – це матеріальний об'єкт, що містить ту чи іншу інформацію, призначений для передачі її в часі і просторі. Протягом передінвестиційної фази з окремих документів формується проектна документація, яка є матеріальним носієм інформації про проект. Робота над проектною документацією ведеться протягом всієї фази і включає всі процеси управління проектами. На підставі відображеної в ній інформації, буде здійснюватися подальший розвиток проекту аж до його завершення [3.7].

В проекті *ЕЛС* повинна приділятися увага екологічним аспектам проекту, таким як екологічний дизайн об'єктів, екологічна експертиза, оцінка екологічної ефективності проекту тощо. Отже, параметри продукту передінвестиційної фази формуються в залежності від параметрів інших продуктів фаз проекту.

На *інвестиційній фазі* створюється *ЕЛС* в матеріальному уявленні, яка є складною, структурованою, динамічною системою, що складається з елементів (підсистем, ланок), взаємопов'язаних в процесі еколого-безпечного управління рухом логістичних потоків.

Логістичні послуги по просуванню прямого логістичного потоку надаються на *експлуатаційній фазі* проекту. До складу таких послуг належать: перевезення вантажів, зберігання вантажів, експедирування, митне оформлення, консолідація вантажів, оптимізація маршрутів, маркування, сортування товарів тощо. Комплекс логістичних послуг, що надаються на експлуатаційній фазі, повинен забезпечити рух матеріального потоку з дотриманням правил екологістики.

На *фазі регенерації* надаються логістичні послуги, пов'язані з обслуговуванням зворотних матеріальних потоків, а саме: збір та повернення товарів, транспортування, складування повернутих товарів, комплектуючих, вторинної сировини, розборка пошкоджених товарів або тих, що вийшли з експлуатації, ремонт товарів, утилізація тощо. Для надання цих послуг

необхідно створити *ЕЛС*, до складу якої увійде відповідна інфраструктура, що стане матеріальною базою просування рециклінго-утилізаційного потоку та формування *ЕЛП*.

У випадку з організацією рециклінгово-утилізаційних потоків та замиканням *ЛЛ* мова йде про короткострокову регенерацію, тобто швидке відновлювання продуктів або утворення вторинних матеріальних ресурсів. Нажаль, створення та функціонування об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури *ЕЛС*: вантажних терміналів, складських комплексів, логістичних, розподільних, ремонтних центрів та інших об'єктів, а також створення комунікацій між цими об'єктами має негативний вплив на довкілля, який може проявлятися в коротко- та середньостроковій, а частіше в довгостроковій перспективі. Для виконання комплексу дій з ліквідації екодеструктивних наслідків потрібен час, який визначається тривалістю останньої, *ревіталізаційної фази* проекту *ЕЛС*.

Одним з основних завдань передінвестиційної фази проекту є визначення змісту продуктів проекту. В стандарті «*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*» (*Sixth Edition*) під змістом продукту проекту розуміються властивості та функції, які характеризують продукт, послуги або результат [3.8].

Відобразити інформацію стосовно змісту продуктів проекту можливо завдяки використанню інструментарію теорії штучного інтелекту (моделювання подання знань). Фреймове моделювання змісту продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС* необхідно проводити в два етапи:

1. Виявити абстрактні поняття предметної області проекту, а саме продукти фаз *ЖЦ* проекту та пов'язаних з ними інформаційно явищ, об'єктів, процесів і т.п. та представити їх у вигляді *фреймів-прототипів* продуктів фаз *ЖЦ* проекту.
2. Описати конкретні об'єкти предметної області у вигляді *фреймів-екземплярів* продуктів фаз *ЖЦ* проекту, що відображатимуть *зміст продуктів проекту*.

Термін «фрейм» був запропонований Марвіном Мінським в 1975 році як структура для сприйняття стереотипних ситуацій. Під фреймом (*frame* – каркас, рамка) прийнято розуміти формалізовану модель для відображення образу, мінімально можливий опис сутності якогось об'єкту, явища, події, процесу, ситуації і т.п. такий, що скорочення цього опису призводить до втрати цієї сутності. Мінський дав наступне визначення фрейму: «одиниця інформації, що запам'яталась в минулому, деталі якої при необхідності можуть бути змінені відповідно до поточної ситуації» [3.9]. З кожним фреймом асоційована інформація різних видів. Наприклад, в роботі [3.10] пропонується поділяти дану інформацію на три частини: перша вказує, яким способом необхідно використовувати даний фрейм, друга – що приблизно може спричинити за собою його виконання, третя – що слід зробити, якщо очікування не підтвердяться.

В загальному випадку фрейм має наступні складові: ім'я фрейма, ім'я слота, показники успадкування, тип даних слота, значення слота, приєднана процедура (демон).

Ім'я фрейма – унікальний ідентифікатор фрейма.

Ім'я слота – унікальний в межах фрейма ідентифікатор атрибута сутності, наділений певною семантикою.

Показники успадкування характерні для ієрархічних систем фреймів, що базуються на принципі «абстрактне – конкретне», та визначають правила заповнення слота: *default* – за замовчуванням від фрейма-прототипа, *a kind of* (АКО) – через спадковість від батьківського фрейма, *override* – у випадку необхідності може змінюватись, *unique* – унікальне, *range* – в межах, вказаних у фреймі-прототипі.

Тип даних слота визначається як: *frame* – фрейм, *real* – дійсне число, *integer* – ціле число, *boolean* – логічний тип, *text* – фрагмент тексту, *list* – список, *table* – таблиця, *expression* – математичний вираз, *lisp* – приєднана процедура.

Значення слота повинно відповідати типу даних та правилу успадкування.

Набір приєднаних процедур визначає поведінку фреймів. Приєднана процедура може запускатись автоматично при виконанні певної умови – демона: *if-removed* – якщо видалено, *if-added* – якщо додано, *if-needed* – на вимогу, *if-default* – за замовчуванням.

Фрейм продукту фази ЖЦ проекту має певну структуру та складається з елементів – слотів (характеристик, атрибутів, властивостей, параметрів), в яких відображаються характеристики фрейма – конкретна інформація, що стосується змісту продукту. Фрейм продукту можна описати наступним кортежем:

$$F = \langle N, I, S, R \rangle, \quad (3.1)$$

де  $N$  – ім'я фрейма (продукту фази ЖЦ 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 з іншими фреймами продуктів та дозволяють створити конфігурацію продуктів і визначають поведінкову складову [3.11].

Множина параметрів фрейму утворюється в результаті об'єднання підмножин слотів

$$X = I \cup S \cup R. \quad (3.2)$$

Формування множини параметрів

$$X^f = \left\{ x_{i1}^f; \dots; x_{I_f}^f; x_{s1}^f; \dots; x_{S_f}^f; x_{r1}^f; \dots; x_{R_f}^f \right\}, \quad (f = \overline{1; F}), \quad \text{що}$$

характеризують продукт фази  $f$  ЖЦ проекту, є евристичною операцією та залежить від необхідного обсягу інформації про продукт для адекватного управління змістом продукту та змістом проекту.

В залежності від обсягу інформації, що відображає зміст фрейма, їх поділяють на:

- фрейми класи – фрейм вищого рівня для фреймів прототипів, що описують класи сутностей;
- фрейми-зразки (прототипи, протофрейми) – шаблони для опису сутностей, які мають загальну структуру та поведінку (наприклад, фрейм-прототип продукту фази ЖЦ проекту);
- фрейми-екземпляри – реалізація фрейма, що відображає конкретних сутностей, явища, процеси тощо (наприклад, фрейм-екземпляр продукту фази ЖЦ проекту) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Типи фреймів за інформаційним навантаженням в проекті

Тип фреймів	Характеристика фреймів	Слоти фрейма	Інтерпретація фреймів в проекті	Приклад фрейма в проекті
1	2	3	4	5
Фрейми-прототипи	Шаблони для опису абстрактних сутностей, які мають загальну структуру та поведінку.	Характеристики (параметри) фрейма без конкретних значень	Відображають знання про загальні поняття в проекті	Фаза ЖЦ проекту, продукт фази ЖЦ проекту, процес, операція, подія, ситуація ризику



## Продовження 3.1

1	2	3	4	5
Фрейм-екземпляри	Реалізація фрейма, що відображає конкретні об'єкти, явища, ситуації, процеси тощо	Характеристики (параметри) з конкретними значеннями та відповідними процедурами	Відображають знання про конкретні поняття в проекті	Продукт інвестиційної фази проекту <i>ЕЛС</i> , рециклінго-вий циркулярний процес

Для продукту інвестиційної фази проекту *ЕЛС* фрейм-прототип та фрейм-екземпляр представлені в таблицях 3.2, 3.3 відповідно.

Таблиця 3.2 – Фрейм-екземпляр продукту інвестиційної фази проекту *ЕЛС* (фрагмент)

Ім'я фрейма	Продукт інвестиційної фази – <i>ЕЛС</i> (АКО Продукт фази проекту <i>ЕЛС</i> )			
	1	2	3	4
Ім'я слота	Значення слота	Тип слота	Приєднана процедура	
Проект				
Фаза проекту				
Кількість учасників <i>ЛЛ</i>				
Кількість учасників прямого <i>ЛЛ</i>				
Учасники прямого <i>ЛЛ</i>				
Учасник прямого <i>ЛЛ</i> №1				
...				
Учасник прямого №5/зворотного №1 <i>ЛЛ</i>				
Кількість учасників зворотного <i>ЛЛ</i>				
Учасники зворотного <i>ЛЛ</i>				
Учасник зворотного <i>ЛЛ</i> №1				
...				

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4
Кількість циркулярних процесів			
Циркулярний процес № 1			
...			
Вхідні ресурси			
...			
Вхідні матеріальні ресурси			
...			
Відходи			
...			
Вторинні ресурси			
...			

Таблиця 3.3 – Фрейм-екземпляр продукту інвестиційної фази проекту *ЕЛС*  
(фрагмент)

Ім'я фрейма	Продукт інвестиційної фази – <i>ЕЛС</i> (АКО Продукт фази проекту <i>ЕЛС</i> )		
	1	2	3
Ім'я слота	Значення слота	Тип слота	Приєднана процедура
Проект	Створення <i>ЕЛС</i>	<i>frame</i>	
Фаза проекту	Інвестиційна	<i>frame</i>	
Кількість учасників <i>ЛЛ</i>	Сума учасників прямого та зворотного <i>ЛЛ</i>	<i>expression</i>	
Кількість учасників прямого <i>ЛЛ</i>	Сума учасників прямого та зворотного <i>ЛЛ</i>	<i>integer</i>	
Учасники прямого <i>ЛЛ</i>	<i>RP, DM, PM, SP, CU</i>	<i>list</i>	
Учасник прямого <i>ЛЛ</i> №1	<i>RP</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого <i>ЛЛ</i> №2	<i>DM</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого <i>ЛЛ</i> №3	<i>PM</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого <i>ЛЛ</i> №4	<i>SP</i>	<i>frame</i>	

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
Учасник прямого №5/зворотного №1 ЛЛ	<i>CU</i>	<i>frame</i>	
Кількість учасників зворотного ЛЛ	Сума учасників зворотного ЛЛ	<i>expression</i>	
Учасники зворотного ЛЛ	<i>CU, CC, RC, SC, UC</i>	<i>list</i>	
Учасник зворотного ЛЛ №1	<i>CC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Учасник зворотного ЛЛ №2	<i>RC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Учасник зворотного ЛЛ №3	<i>SC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Кількість циркулярних процесів	6	<i>integer</i>	
Циркулярний процес № 1	<i>recycle</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 2	<i>refurbish</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 3	<i>remanufacture</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 4	<i>repurpose</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 5	<i>repair</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 6	<i>reuse</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Продукт експлуатаційної фази, параметри якого впливають на ЕЛС	<i>ЛП</i>	<i>frame</i>	
Продукт регенеративної фази, параметри якого впливають на ЕЛС	<i>ЕЛП</i>	<i>frame</i>	
Вхідні ресурси	Матеріальні, інформаційні, фінансові	<i>list</i>	
Вхідні матеріальні ресурси	Сировина	<i>frame</i>	
Відходи	Шкідливі та нешкідливі відходи	<i>list</i>	
Вторинні ресурси	Вторинна сировина	<i>frame</i>	

Модель фрейма може, в залежності від змістовного наповнення, відображати інформацію через фрейми-об'єкти (наприклад, фрейм продукту інвестиційної фази проекту), фрейми-ролі (наприклад, фрейм інвестора проекту), фрейми-операції (наприклад, фрейм процесу планування), фрейми-

сценарії (наприклад, фрейм ланцюга продуктів проекту), фрейми-ситуації (наприклад, фрейм ризику недофінансування проекту) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Типи фреймів за змістовним наповненням в проекті

Тип фреймів	Інтерпретація фреймів в проекті	Приклад фрейму в проекті
Фрейми-об'єкти	Відображають елементи змісту проекту, основні поняття та складові проекту	<i>ЖЦ</i> проекту, фаза <i>ЖЦ</i> , продукт фази <i>ЖЦ</i> проекту, ресурсний потенціал проекту
Фрейми-ролі	Відображають ролі зацікавлених осіб проекту, учасників команди, виконавців проекту	Учасник проекту, замовник проекту, інвестор, керівник команди проекту
Фрейми-ситуації	Відображають ситуації, що заплановано виникають або можуть виникнути в проекті.	Вехова подія проекту, ситуація ризику в проекті
Фрейми-операції (процеси)	Відображають процеси (управлінські та операційні) проекту та їх складові (функції, операції, роботи)	<i>WBS</i> -структура, пакет робіт, процес управління проектом, логістичний бізнес-процес
Фрейми-сценарії	Відображає альтернативні шляхи розвитку проекту	Альтернативний варіант проекту, ланцюг продуктів проекту тощо

Фрейм є універсальною інформаційною структурою, яка не тільки зберігає необхідну інформацію про характеристики об'єкта, явища або процесу, що досліджується, але й відображає зв'язки між ними та іншими інформаційними об'єктами. Такі властивості фреймів дозволяють створити *мережу фреймів*, в якій враховуватимуться взаємозв'язки між елементами, що

є адекватним інструментом для відображення *конфігурації продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС*.

### **3.2 Формування конфігурації продуктів проекту екологістичної системи**

Специфічність продуктів, що отримуються в результаті здійснення фаз, відображається в їх конфігурації як сукупності функціональних та фізичних характеристик продуктів проекту [3.12]. В стандарті «*Military Handbook. Configuration Management Guidance*» конфігурація (*configuration*) представлена як структура пред'явленого до розробки, такого, що розробляється, або існуючого виробу, яка володіє функціональними, фізичними та експлуатаційними властивостями (характеристиками), які відповідають встановленим вимогам, і відображається в різних інформаційних моделях, які відповідають стадіям ЖЦ цього виробу [3.13].

Поняття продукту проекту тісно пов'язано з поняттям конфігурації проекту. В [3.14] розроблено концептуальну модель процесу управління конфігурацією в проектах, де показано, що для досягнення мети цього процесу, необхідно управляти конфігурацією проекту, продукту та проектного оточення. В роботі показано зв'язок між завданнями синтезу та управління конфігурацією в проектах на протязі його ЖЦ, але основну увагу приділено дослідженню конфігурації проектного оточення.

В [3.15] викладено науково-методичні основи процесу узгодження конфігурацій систем-продуктів та їх проектів, яке відбувається стосовно чотирьох процесів – управління конфігурацією систем-продуктів, становлення конфігурації систем-продуктів, управління конфігурацією проектів та формування конфігурації проектно-технологічних структур, які забезпечують становлення конфігурації систем продуктів. Основну увагу приділено дослідженню узгодженню конфігурацій, недостатньо досліджено їх сутності.

В роботі [3.12] проведено дослідження мети, ролі та місця процесу управління конфігурацією оточення проекту в загальному процесі управління конфігурацією в проекті. Конкретизовано мету процесу управління конфігурацією в проекті й введені терміни цілісності продукту проекту, цілісності проекту та цілісності очікувань зацікавлених сторін проекту. При визначенні цілісності продукту не враховується можливість наявності множини продуктів проекту.

Формування конфігурації продуктів фаз ЖЦ проекту пропонується здійснювати в такій послідовності:

1. *Специфікація* параметрів продуктів полягає в створенні *описових моделей продуктів*, які відображають множину необхідних для характеристики продукту фази ЖЦ проекту параметрів.
2. *Кластеризація* продуктів передбачає створення *інформаційних моделей кластерів продуктів*, які містять інформацію про множину продуктів фаз ЖЦ проекту, що мають близькі значення параметрів.
3. *Структуризація* кластерів продуктів призводить до створення *мережі кластерів продуктів проекту*, що дозволяє відобразити зв'язки між продуктами фаз ЖЦ проекту та створити потенційну множину ланцюгів продуктів фаз проекту.
4. *Ідентифікація продуктів* показує відповідність конкретного продукту певному кластеру та полягає в створенні інформаційної моделі реального ланцюгу продуктів фаз ЖЦ проекту (табл. 3.5).

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

На етапі специфікації визначити характеристики, які властиві продуктам фаз ЖЦ проекту, можливо за допомогою фреймів-прототипів продуктів.

Таблиця 3.5 – Характеристика етапів формування продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Етап	Інструментарій дослідження	Модель	Результат
Специфікація	Теорія розпізнавання образів	Описові моделі продуктів	Множини параметрів продуктів фаз ЖЦ проекту
Кластеризація		Інформаційні моделі кластерів продуктів	Множини значень параметрів кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту
Структуризація	Морфологічний метод, теорія нечітких множин	Мережа кластерів продуктів	Множина потенціальних ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту
Ідентифікація	Теорія нечітких множин	Інформаційна модель ланцюгу продуктів проекту	Оптимальна множина продуктів фаз ЖЦ проекту

Во фреймовій моделі кожен продукт описується множиною слотів – параметрів. Формування множини параметрів  $X^f = \{x_1^f; \dots; x_j^f; \dots; x_{j_f}^f\}$ , 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 проекту ЕЛС спостерігаються взаємозв'язки, які відображають залежність характеристик одних продуктів (*рецесивних*) від властивостей інших (*домінуючих*). Формування продуктів проекту у часі є результатом виконання впорядкованої послідовності робіт кожної фази ЖЦ проекту та здійснюється, починаючи з передінвестиційної й закінчуючи ревіталізаційною фазою. З точки зору процесу цілепокладання при розробці проекту послідовність формування параметрів продуктів має протилежну

направленість та здійснюється, починаючи з продуктів експлуатаційної та регенеративної фази, а закінчується продуктом передінвестиційної фази (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Взаємозв'язки між продуктами фаз ЖЦ проекту *ЕЛС*

Продукт експлуатаційної фази – *ЛП*, що включає комплекс послуг по просуванню прямого матеріального потоку, генерує продукт регенеративної фази – *ЕЛП*, до складу якого належить комплекс послуг по просуванню зворотного матеріального потоку. Від характеристик прямого матеріального потоку (обсягів та складу продукту; властивостей речовин, з яких складається продукт; строку споживання та можливості вторинного використання тощо) залежать характеристики зворотного рециклінго-утилізаційного потоку (обсяги, склад, інтенсивність потоку, рециклінгові процеси, які можливо задіяти, та ін.). Також він впливає на склад учасників та структуру *ЕЛС* (її прямої лінійної ділянки).

На характеристики продукту інвестиційної фази впливає продукт регенеративної фази – *ЕЛП*, зокрема комплекс послуг з просування зворотного матеріального потоку. Сама же *ЕЛС* продукує продукт ревіталізаційної фази –



відроджену *ЕС* та комплекс дій з ліквідації негативних наслідків створення та функціонування *ЕЛС*.

Характеристики всіх фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС* повинні бути відображені в документально оформленому проекті та впливають на тривалість проекту, обсяг робіт, що повинно виконати, на кожній фазі проекту, їх бюджет та загальну ефективність проекту тощо.

Фреймова мережа продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС* представлена на рисунку 3.3.

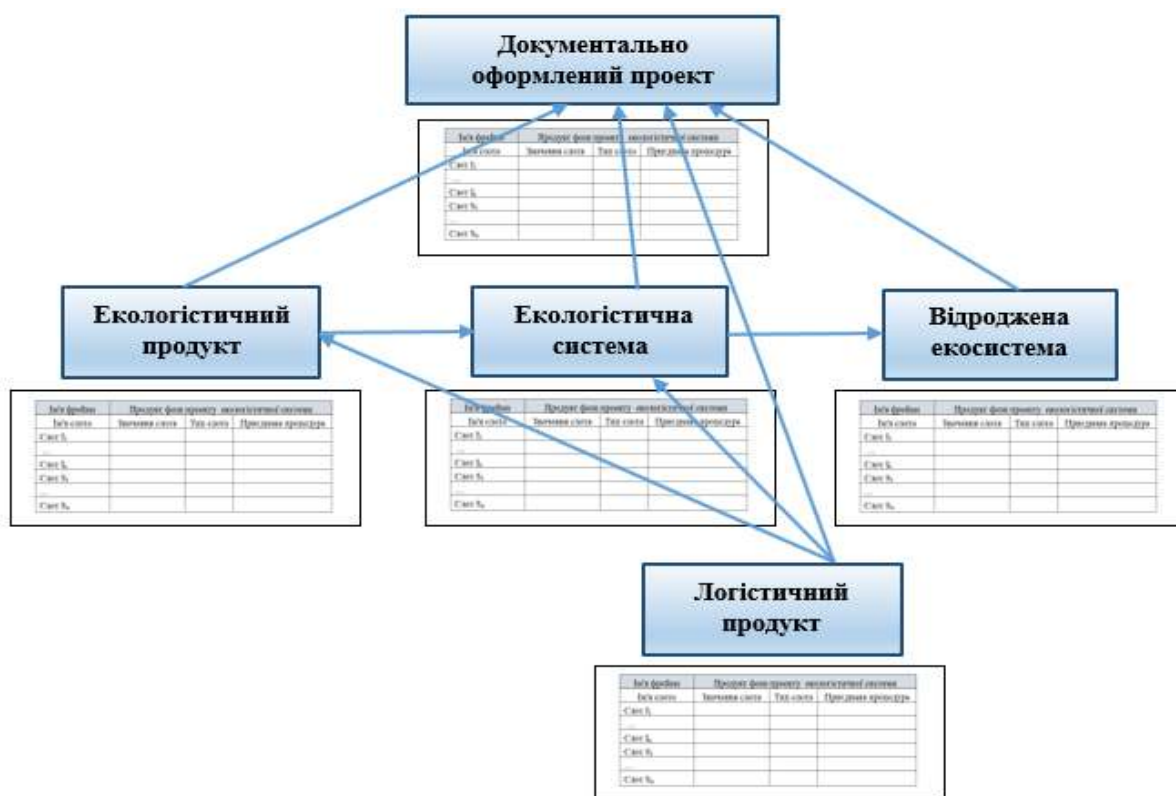


Рисунок 3.3 – Фреймова мережа продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС*

Зв'язок між фреймами продуктів фаз *ЖЦ* проекту відображається завдяки підмножині слотів  $R = \{x_1; \dots; x_r; \dots; x_R\}$ , ( $r = \overline{1; R}$ ), основним завданням елементів якої є врахування змін у змісті рецесивного продукту під впливом змін у змісті домінуючого продукту та створення конфігурації продуктів проекту. Таку конфігурацію можна вважати базовою та застосовувати її у подальшому моніторингу стану проекту на протязі всього *ЖЦ*.

Кластеризація продуктів фаз ЖЦ проекту полягає в створенні кластерів продуктів, що мають близькі значення параметрів. Оскільки формування характеристик продуктів здійснюється на початку ЖЦ проекту, точно визначити значення параметрів є досить проблематичним. Для проведення даної процедури не вистачає необхідної інформації. Вирішити задачу можливо завдяки створенню кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту з подібними значеннями 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 (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Фрейм-екземпляр кластера продукту інвестиційної фази проекту ЕЛС (фрагмент)

Ім'я фрейма	Продукт інвестиційної фази – ЕЛС (АКО Продукт фази проекту ЕЛС)		
	1	2	3
Ім'я слота	Значення слота	Тип слота	Приєднана процедура
Проект	Створення ЕЛС	<i>frame</i>	
Фаза проекту	Інвестиційна	<i>frame</i>	
Кількість учасників ЛЛ	9	<i>expression</i>	
Кількість учасників прямого ЛЛ	5	<i>integer</i>	
Учасники прямого ЛЛ	<i>RP, DM, PM, SP, CU</i>	<i>list</i>	
Учасник прямого ЛЛ №1	<i>RP</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого ЛЛ №2	<i>DM</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого ЛЛ №3	<i>PM</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого ЛЛ №4	<i>SP</i>	<i>frame</i>	
Учасник прямого №5/зворотного №1 ЛЛ	<i>CU</i>	<i>frame</i>	
Кількість учасників зворотного ЛЛ	5	<i>expression</i>	

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4
Учасники зворотного ЛЛ	<i>CU, CC, RC, SC, UC</i>	<i>list</i>	
Учасник зворотного ЛЛ №2	<i>CC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Учасник зворотного ЛЛ №2	<i>RC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Учасник зворотного ЛЛ №3	<i>SC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Учасник зворотного ЛЛ №4	<i>UC</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Кількість циркулярних процесів	6-8	<i>integer</i>	
Циркулярний процес № 1	<i>recycle</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 2	<i>refurbish</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 3	<i>remanufacture</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 4	<i>repurpose</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 5	<i>repair</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Циркулярний процес № 6	<i>reuse</i>	<i>frame</i>	<i>if added</i>
Продукт експлуатаційної фази	<i>ЛП</i>	<i>frame</i>	
Продукт регенеративної фази	<i>ЕЛП</i>	<i>frame</i>	
Вхідні ресурси	Матеріальні, інформаційні, фінансові	<i>list</i>	
Вхідні матеріальні ресурси	Сировина	<i>frame</i>	
Відходи	Шкідливі та нешкідливі відходи	<i>list</i>	
Вторинні ресурси	Вторинна сировина	<i>frame</i>	

Завдання кластеризації полягає в тому, щоб простір значень параметрів продуктів поділити на області, що відповідають певним кластерам  $C_{g_f}^f$ ,  $(f = \overline{1; F})$ ,  $(g = \overline{1; G_f})$  таким чином, щоб мінімізувати можливу кількість помилок віднесення продукту до кластеру. Утворюються множини кластерів продуктів фаз проекту  $C^f = \{c_1^f; \dots; c_{g_f}^f; \dots; c_{G_f}^f\}$ ,  $(f = \overline{1; F})$ . В результаті кластеризації продукт проекту, що описується множиною параметрів

$X^f = \{x_1^f; \dots; x_{j_f}^f; \dots; x_{J_f}^f\}$ , ( $f = \overline{1; F}$ ), 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 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 параметрів продуктів проекту, що призводить до створення *мережевої структури*, в вузлах якої знаходяться кластери продуктів проекту, представлені відповідними фреймами-екземплярами, між якими існують зв'язки, що дозволяють створити множину альтернативних варіантів потенційних ланцюгів продуктів проекту.

Врахувати невизначеність при створенні ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту дозволяє апарат теорії нечітких множин [3.16]. З його допомогою здійснюється аналіз структурних зв'язків між кластерами, який полягає не тільки у визначенні наявності або відсутності зв'язків між певними кластерами продуктів різних фаз проекту, але і у виявленні рівнів домінування цих зв'язків, що є важливим для подальшого створення ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту.

Зв'язки між продуктами пропонується відображати у вигляді нечітких відношень між кластерами продуктів  $C_{g_f}^f \underset{\sim}{R} C_{g_{f+k}}^{f+k}$ , ( $k = \overline{-K, K}$ ), ( $g = \overline{1, G_f}$ ). Під нечіткими відношеннями розуміють нечітке відношення  $\underset{\sim}{R}$  на прямому добутку універсальних множин  $C_{g_f}^f$  та  $C_{g_{f+k}}^{f+k}$ , що приймає значення на множині функції приналежності [3.17].

Нечіткі відношення між кластерами продуктів фаз проекту задаються за допомогою їх функцій приналежності  $\mu_{\underset{\sim}{R}}(C_{g_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k})$ , які відображають

ступінь відповідності (спорідненості) між кластерами продуктів, що знаходяться на відповідних рівнях мережі та мають зв'язки.

Нечіткі відношення між кластерами продуктів представляються у вигляді матриць відношень, строкам і стовпцям яких ставляться у відповідність кластери продуктів, а на перетині строк та стовпців знаходяться функції приналежності нечітких відношень (табл. 3.7).

Інформація про нечіткі відношення між кластерами продуктів дозволяє сформуванню на мережі продуктів множину варіантів ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту, базуючись на нечітких відношеннях та ступенях домінування цих відношень.

При створенні ланки ланцюга між кластерами, що знаходяться на різних рівнях мережі, обираються ті кластери, ступінь домінування нечітких відносин між якими досягає максимально можливого значення.

Таблиця 3.7 – Матриця нечітких відношень між кластерами продуктів

Кластери продукту фази $f$ проекту	Кластери продукту фази $f+k$ проекту				
	$C_1^{f+k}$	...	$C_{g_{f+k}}^{f+k}$	...	$C_{G_{f+k}}^{f+k}$
$C_1^f$	$\mu_{\underline{R}}(C_1^f, C_1^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_1^f, C_{g_{f+k}}^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_1^f, C_{G_{f+k}}^{f+k})$
...	...	...	...	...	...
$C_{g_f}^f$	$\mu_{\underline{R}}(C_{g_f}^f, C_1^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_{g_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_{g_f}^f, C_{G_{f+k}}^{f+k})$
...	...	...	...	...	...
$C_{G_f}^f$	$\mu_{\underline{R}}(C_{G_f}^f, C_1^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_{G_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k})$	...	$\mu_{\underline{R}}(C_{G_f}^f, C_{G_{f+k}}^{f+k})$

В ієрархічному порядку рівні мережі розташовуються наступним чином (знизу догори):

- кластери продуктів експлуатаційної фази – комплексів логістичних послуг з просування прямого матеріального потоку

$$C_g^3 = \{C_1^3; \dots; C_{g_3}^3; \dots; C_{G_3}^3\};$$

- кластери продуктів регенеративної фази – комплексів послуг з просування зворотного матеріального потоку  $C_g^4 = \{C_1^4; \dots; C_{g_4}^4; \dots; C_{G_4}^4\}$ ;
- кластери продуктів інвестиційної фази – ЕЛС  $C_g^2 = \{C_1^2; \dots; C_{g_2}^2; \dots; C_{G_2}^2\}$ ;
- кластери продуктів ліквідаційної фази – варіантів відродження екосистеми  $C_g^5 = \{C_1^5; \dots; C_{g_5}^5; \dots; C_{G_5}^5\}$ ;
- кластери продуктів передінвестиційної фази – документально оформлених проектів ЕЛС  $C_g^1 = \{C_1^1; \dots; C_{g_1}^1; \dots; C_{G_1}^1\}$  (рис. 3.4).

Також при просуванні по мережі необхідно враховувати порогові значення ступеню домінування відношень, який визначається пріоритетністю створення зв'язку між кластерами продуктів з погляду досягнення максимальної цінності екологістичного проекту. Цінність такого типу проектів пропонується розглядати з позицій виконання основних правил екологістики: необхідний товар (продукт), в необхідній якості, в необхідній кількості, в необхідному місті, в необхідний час, необхідному споживачу, з мінімальними витратами та мінімальним екодеструктивним впливом на довкілля.

У випадку, якщо функція приналежності не досягає порогового значення,

$$\mu_R(C_{g_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k}) < \alpha_{\mu_R}, \quad (3.3)$$

нечітке співвідношення вважається незначним. Отже, просування по даному напрямку та включення даної ділянки в ланцюг продуктів не є доцільним.

В іншому випадку, коли функція приналежності пододала порогове значення

$$\mu_R(C_{g_f}^f, C_{g_{f+k}}^{f+k}) \geq \alpha_{\mu_R}, \quad (3.4)$$

просування на інший рівень мережі по даній гілці є можливим.

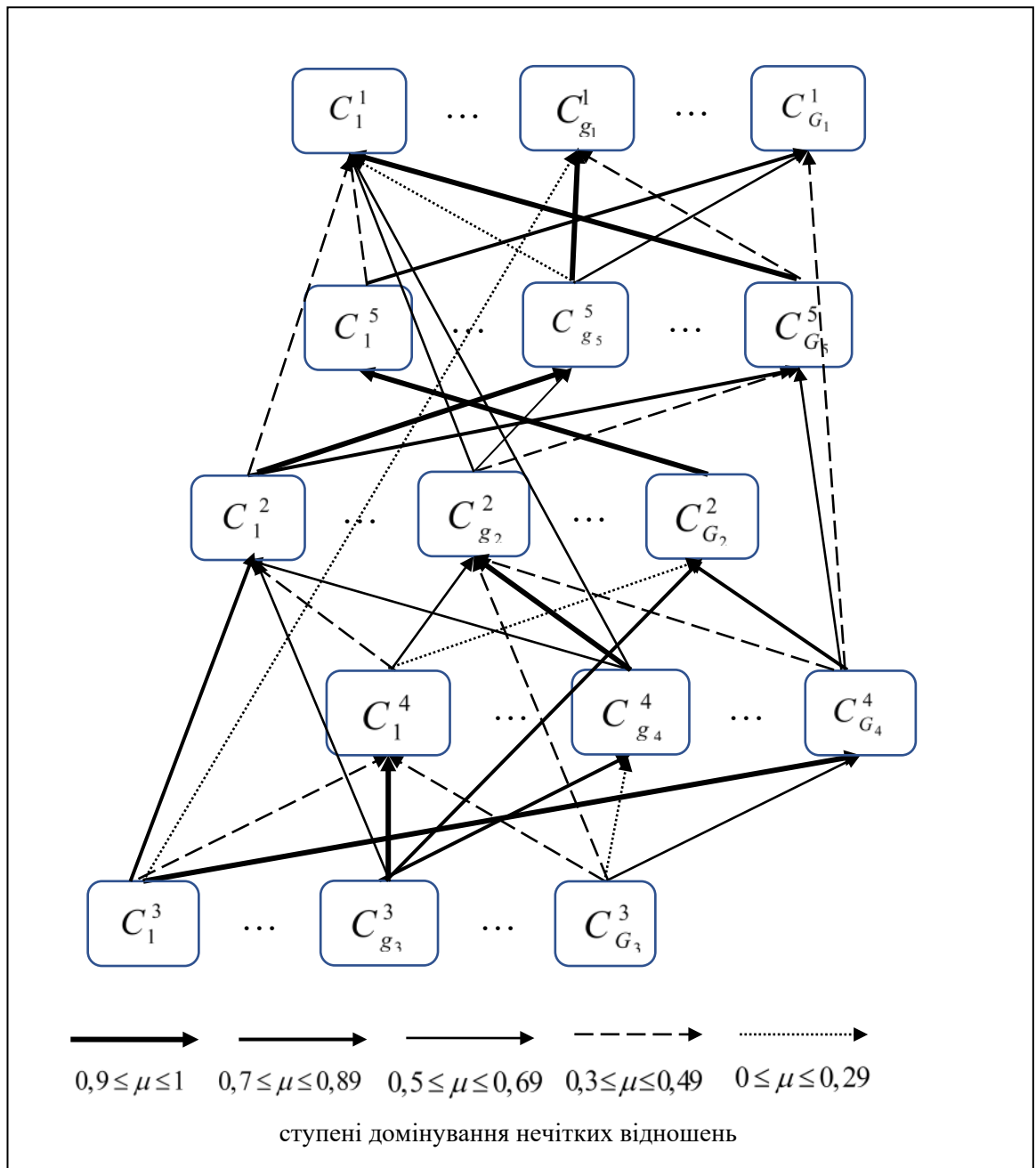


Рисунок 3.4 – Мережа кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Формуються множини варіантів пар кластерів продуктів фаз проекту

$$C^{f;f+k} = \left\{ \left( C_{g_f}^f ; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_1 ; \dots ; \left( C_{g_f}^f ; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_{s_{f;f+k}} ; \dots ; \left( C_{g_f}^f ; C_{g_{f+k}}^{f+k} \right)_{s_{f;f+k}} \right\}, \quad (f = \overline{1; F}),$$

$(g = \overline{1; G}), (k = \overline{-K; K})$ , до складу яких входять пари кластерів певних рівнів мережі, між якими встановлено зв'язки, що подолали поріг функції приналежності нечітких відношень.

На мережі кластерів продуктів фаз проекту *ЕЛС* створюються наступні множини пар кластерів:

$$\begin{aligned}
 C^{3;4} &= \left\{ (C_{g_3}^3; C_{g_4}^4)_1; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_4}^4)_{s_{3,4}}; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_4}^4)_{s_{3,4}} \right\}, \\
 C^{3;2} &= \left\{ (C_{g_3}^3; C_{g_2}^2)_1; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_2}^2)_{s_{3,2}}; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_2}^2)_{s_{3,2}} \right\}, \\
 C^{4;2} &= \left\{ (C_{g_4}^4; C_{g_2}^2)_1; \dots; (C_{g_4}^4; C_{g_2}^2)_{s_{4,2}}; \dots; (C_{g_4}^4; C_{g_2}^2)_{s_{4,2}} \right\}, \\
 C^{2;5} &= \left\{ (C_{g_2}^2; C_{g_5}^5)_1; \dots; (C_{g_2}^2; C_{g_5}^5)_{s_{2,5}}; \dots; (C_{g_2}^2; C_{g_5}^5)_{s_{2,5}} \right\}, \\
 C^{3;1} &= \left\{ (C_{g_3}^3; C_{g_1}^1)_1; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_1}^1)_{s_{3,1}}; \dots; (C_{g_3}^3; C_{g_1}^1)_{s_{3,1}} \right\}, \\
 C^{4;1} &= \left\{ (C_{g_4}^4; C_{g_1}^1)_1; \dots; (C_{g_4}^4; C_{g_1}^1)_{s_{4,1}}; \dots; (C_{g_4}^4; C_{g_1}^1)_{s_{4,1}} \right\}, \\
 C^{2;1} &= \left\{ (C_{g_2}^2; C_{g_1}^1)_1; \dots; (C_{g_2}^2; C_{g_1}^1)_{s_{2,1}}; \dots; (C_{g_2}^2; C_{g_1}^1)_{s_{2,1}} \right\}, \\
 C^{5;1} &= \left\{ (C_{g_5}^5; C_{g_1}^1)_1; \dots; (C_{g_5}^5; C_{g_1}^1)_{s_{5,1}}; \dots; (C_{g_5}^5; C_{g_1}^1)_{s_{5,1}} \right\}.
 \end{aligned}$$

Кількість можливих комбінацій кластерів продуктів визначатиметься декартовим добутком за формулою:

$$Q = \prod_{e=1}^E (C_{g_f}^f; C_{g_{f+k}}^{f+k}). \quad (3.5)$$

Підхід, що передбачає розглядання всіх можливих варіантів пар кластерів, гарантує їх участь у подальшому дослідженні ланцюгів продуктів та потребує значного часу на розрахунки. Звести завдання до меншої розмірності та значно зменшити кількість розрахунків дозволяє застосування морфологічного синтезу ланцюгів продуктів, який направлений на створення оптимального за критерієм цінності ланцюгу.



Пріоритетність застосування ланцюгу  $l_h$ , ( $h = \overline{1; H}$ ) продуктів фаз проекту з множини ланцюгів  $L = \{l_1; \dots; l_h; \dots; l_H\}$  визначають шляхом розрахунку загального значення ступеню домінування нечітких відношень. Формалізація процесу здійснюється шляхом підсумування значень функцій приналежності нечітких відношень між кластерами продуктів, розташованих на певній гілці мережі,

$$D(l_h) = \sum_f \mu_R \left( C_{hg_f}^f; C_{hg_{f+k}}^{f+k} \right), \quad \forall C_{g_f; g_{f+k}}^{f; f+k} \in l_h. \quad (3.6)$$

Таким чином, до ланцюгів продуктів попадають ті кластери, які забезпечують максимально можливе значення загальної цінності продуктів, що потрапляють у кластери, розташовані на ланцюгу.

*Ідентифікація продуктів фаз проекту* полягає в визнанні відповідності конкретного продукту певному кластеру продуктів та здійснюється шляхом створення інформаційної моделі ланцюгу продуктів – це кодова структура, що відображає ступінь відповідності значень слотів-параметрів альтернативного варіанту продукту, що 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  $f$ , ( $f = \overline{1; F}$ ) проекту, до кластеру продуктів цієї фази  $C_{g_f}^f$ , ( $g = \overline{1; G_f}$ ) можливо завдяки порівняльному аналізу значень параметрів варіанту продукту значенням параметрів продуктів, що належать певному кластеру. Ступень відповідності продукту певному кластеру виражається за допомогою

ступенів приналежності значень параметрів продукту до значень параметрів

продуктів, що належать певному кластеру  $\left\{ \left( x_{m_f j n}, \mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{m_f j n} \right) \right) \right\}$ .

Продукт проекту відноситься до того кластеру, для якого значення загальної характеристичної функції, яка відображає ступінь приналежності продукту, досягає максимального значення. Параметри можуть мати різний ступінь важливості, який має враховуватися при обчисленні загальної функції приналежності за допомогою нормованих вагових коефіцієнтів  $\beta_j$

$$\mu_{C_g^f} \left( P_m^f \right) = \bigcup \left( \beta_j \cdot \mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{m_j n} \right) \right), \quad \forall x_{m_j} \in X_{m_j}^f, \quad (3.7)$$

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

де  $\beta_j$  – нормований ваговий коефіцієнт, що відображає рівень важливості параметра  $j$  продукту  $P_m^f$ ,

$\mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{m_j} \right)$  – ступінь приналежності значення параметра  $j$  продукту  $P_m^f$

множині значень, що відповідають кластеру  $C_g^f$ .

Області визначення функцій приналежності окремих параметрів повинні мати нижньою межею порогове значення

$$\left\{ x_{m_j} / \mu_{C_{g_j}^f} \left( x_{m_j} \right) \geq \gamma_j \right\}, \quad (3.8)$$

де  $\gamma_j \leq 1$ .

Попереднє завдання порогових значень ступенів приналежності параметрів дозволить уникнути включення до ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту тих продуктів, що мають неприпустимі значення окремих параметрів.

Таким чином, є можливим сформулювати конфігурацію продуктів проекту у вигляді реального ланцюгу продуктів, що володіють такими значеннями параметрів продуктів, завдяки яким можливо реалізувати проект *ЕЛС* з виконанням правил екологістики та досягти максимально можливого значення цінності проекту.

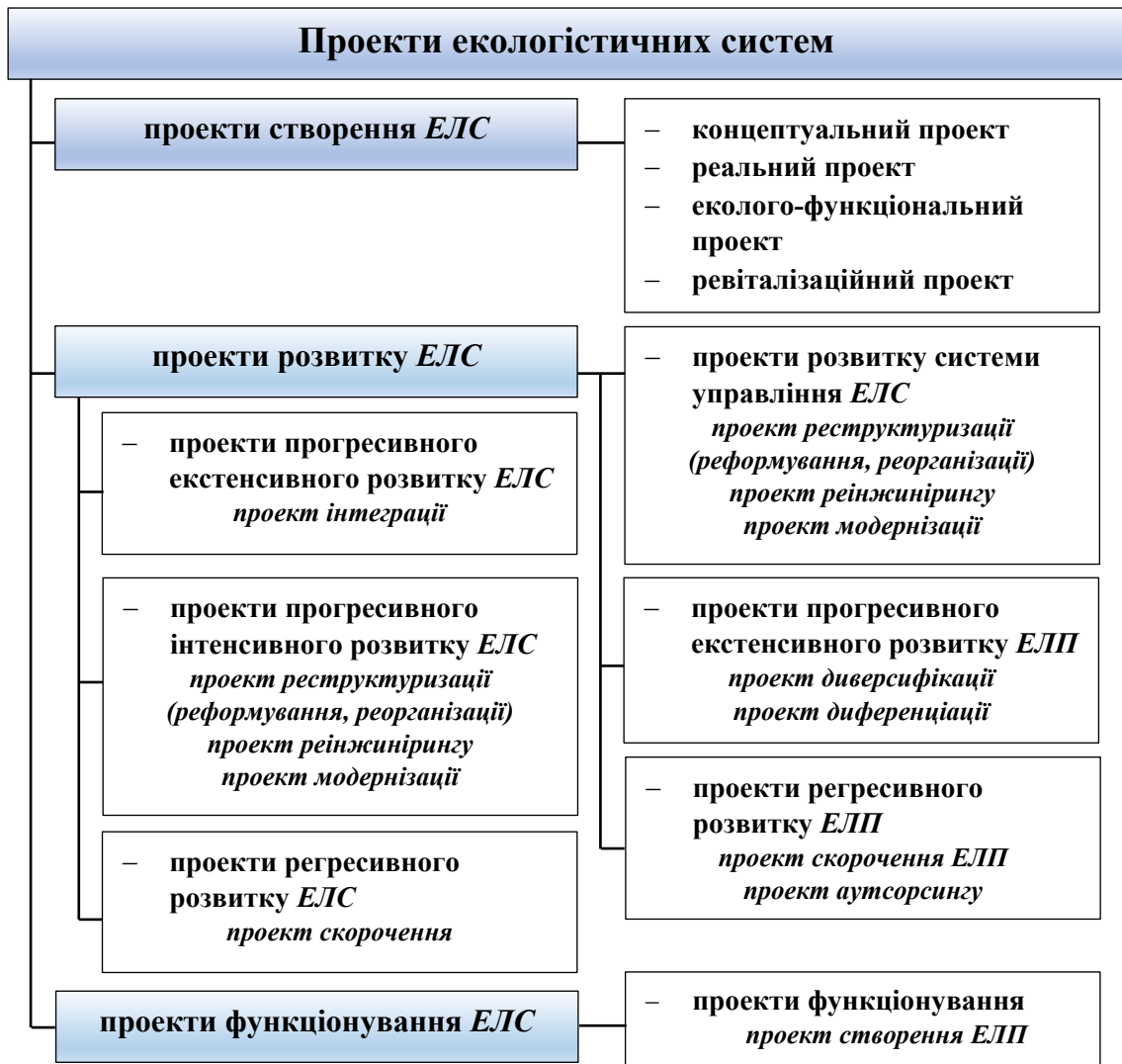
### **3.3 Класифікація проектів екологістичних систем**

Проекти *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*. Запропонована класифікація проектів *ЕЛС* представлена на рисунку 3.5.

*Проекти створення ЕЛС* являють собою обмежений в часі комплекс дій, направлених на створення еколого-орієнтованих *ЛС* мікро-, мезо- або макрорівня.

В залежності від рівня *ЕЛС*, що проектується, визначаються учасники проекту, задіяні в її створенні. У випадку *мікро-ЛС*, коли проект є внутрішнім для підприємства і направлений на організацію просування логістичного потоку в межах базової логістичної структури (постачання – виробництво – збут), учасниками проекту є функціональні підрозділи підприємства та комерційні партнери: підприємства – постачальники сировини та матеріалів й підприємства – споживачі (оптові та роздрібні) продукції.

При створенні *ЕЛС* мезо- та макрорівня до складу учасників проекту, що приймають участь у створенні *ЕЛС* та в подальшому – *ЕЛП*, входять підприємства – учасники логістичної мережі як окремі *мікро-ЛС*.

Рисунок 3.5 – Класифікація проектів *ЕЛС*

Проекты створення *ЕЛС* можна класифікувати за продуктом, що утворюється в проекті. Оскільки *ЖЦ* таких проектів має п'ять фаз: передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну та регенеративну, в результаті отримуємо п'ять продуктів проекту: документально оформлений проект концептуальної *ЕЛС*; *ЕЛС* в матеріальному уявленні; *ЛП*, до складу якого входить комплекс логістичних послуг з просування прямих матеріальних та супутніх потоків; *ЕЛП*, що включає комплекс логістичних послуг з просування зворотних рециклінгово-утилізаційних та супутніх потоків; відроджена екосистема.

Проект, в залежності від потреб замовника може закінчитись після отримання любого з продуктів. Якщо замовник зацікавлений в розробці

проекту *ЕЛС*, то проект буде класифікований як *концептуальний*, оскільки його результатом стане документально оформлений проект концептуальної *ЕЛС*. Розробником проекту в цьому випадку може виступати проектне бюро або консалтингова компанія.

У випадку, коли проект для його ініціаторів закінчується на етапі фізичного створення *ЕЛС*, продуктом проекту є реальна *ЕЛС*. *ЖЦ* проекту для його виконавців закінчується після інвестиційної фази. Такі проекти пропонуються називати *реальними*.

*ЖЦ* проекту створення *ЛС* триває на протязі передінвестиційної, інвестиційної та експлуатаційної фаз. В результаті експлуатаційної фази утворюється *ЛП*. Для зменшення екодеструктивного впливу на довкілля пропонується подовжити *ЖЦ* проекту *ЛС* та додати еколого-орієнтовані фази: регенеративну та ревіталізаційну.

В результаті експлуатаційної та регенеративної фаз буде створена *ЕЛС*, продуктом якої є *ЕЛП*. Таким чином функціональний проект створення *ЕЛС* перетворюється на *еколого-функціональний проект ЕЛС*.

На протязі ревіталізаційної фази мультипроекту передбачається виконання комплексу дій з відновлення екосистеми після впливу продуктів попередніх фаз, які також можна представити у вигляді проекту, оскільки вони є цілеспрямованими, унікальними, обмеженими у часі та ресурсах.

Отже, розподілити проекти створення *ЕЛС* за класифікаційною ознакою – продукти, що отримуються, можна таким чином, як представлено на рисунку 3.6.

Визначити проекти створення *ЕЛС*, класифіковані за ознакою – продукт, що утворюється в результаті проекту, пропонується наступним чином:

- *концептуальний проект* – проект створення документально оформленої концепції *ЕЛС*;
- *реальний проект* – проект створення представленої в фізичному уявленні *ЕЛС*;

- *еколого-функціональний проект* – проект організації просування прямих та зворотних рециклінго-утилізаційних потоків для створення *ЕЛП*;
- *ревіталізаційний проект* – проект зниження екодеструктивного впливу інших продуктів проекту *ЕЛС* на *ЕС*.



Рисунок 3.6 – Проекти створення *ЕЛС* за тривалістю *ЖЦ*

### *Проекти розвитку екологістичної системи*

Наступним типом проектів *ЕЛС* є проекти розвитку. Розвиток – це тип руху і зміни в природі та суспільстві, пов’язаний з переходом від одного стану системи до іншого, від старого до нового. Новий стан повинен мати нові якісні та кількісні показники. Процес зміни станів проекту є розвитком проекту, оскільки він характеризується такими властивостями, як незворотність, спрямованість, закономірність [3.18]. Дане твердження впливає з визначення розвитку як незворотної, спрямованої, закономірної зміни матеріальних і ідеальних систем [3.19].

*Незворотність* – властивість процесів протікати в певному напрямку без можливості повернення в попередній стан. Проект *ЕЛС* є системою, яка не може повернутися в попередній стан без докладання певних зусиль (виконання додаткових робіт) і зміни траєкторії свого життєвого шляху. Проект несиметричний і нециклічний за часом і в кожен момент знаходиться на певному етапі *ЖЦ*.

*Спрямованість* передбачає можливість системи змінюватися в певному напрямку. Спрямованість змін проекту *ЕЛС* впливає з визначення проекту: «проект – деяка задача з певними вихідними даними і необхідними результатами (цілями), що обумовлюють спосіб її вирішення» [3.20]. Саме цілепокладання проекту визначає напрямок зміни його станів на протязі *ЖЦ* та формування траєкторії розвитку.

*Закономірність* – властивість системи змінюватися відповідно до визначених законів. Закономірність змін проекту простежується в дії закону причинно-наслідкових зв'язків, коли при однакових початкових умовах, однакових умовах здійснення і однаковому розвитку подій досягається однаковий результат. Наявність закономірностей дозволяє робити припущення про майбутню результативності проекту.

*Отже, розвиток є загальним принципом проекту ЕЛС та розглядається як незворотна цілеспрямована зміна стану системи.*

Існують два взаємопов'язаних напрямки розвитку системи – прогрес та регрес. Під прогресом розуміють напрямок розвитку складної системи від менш до більш організованих, регресом – розвиток в зворотному напрямку, в сторону спрощення. Прогрес і регрес (від лат. *progressus* – рух вперед, *regressus* – рух назад) – найбільш загальні, протилежні за своїми характеристиками, різноспрямовані і разом з тим невіддільні, діалектично взаємопов'язані тенденції розвитку [3.21].

Прогрес – напрямок розвитку складних систем, для якого є характерним перехід від нижчого до вищого, від простого до складного, від менш до більш досконалого на відміну від регресу як руху в протилежному напрямку, в сторону спрощення форм. Зміна етапів прогресивного розвитку системи на регресивний є неминучою, оскільки все має циклічну природу [3.21].

За цими принципами розвиваються всі організовані системи, в тому числі економічні, зокрема *ЕЛС* (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Напрямки розвитку *ЕЛС*

Характеристика <i>ЕЛС</i>	Прогрес	Регрес
- кількість елементів та підсистем	збільшується	зменшується
- структура системи	ускладнюється	спрощується
- кількість зв'язків між елементами системи	збільшується	зменшується
- набір функцій окремих елементів системи	збільшується	зменшується

Прогрес передбачає направлені зміни не тільки всієї системи, але й окремих її елементів. При цьому прогресивний розвиток системи в цілому не означає, що такий же напрямок змін є характерним для всіх її підсистем та елементів. Наприклад, реструктуризація *ЕЛС* може полягати в реорганізації її підсистем. Отже, позитивні зміни для всієї *ЕЛС* можуть бути регресивними для окремих елементів. З іншої сторони, прогресивний розвиток елемента *ЕЛС* не призводить автоматично до прогресу всієї системи. Також розвиток *ЕЛП* не обов'язково призведе до ускладнення *ЕЛС*.

Розрізняють *інтенсивний* та *екстенсивний* типи розвитку *ЕЛС*. При інтенсивному розвитку *ЕЛС* розвивається за рахунок внутрішніх ресурсів шляхом якісних змін, які в подальшому відобразяться на кількісних характеристиках системи. Наприклад, реінжиниринг бізнес-процесів призведе до покращення економічних показників функціонування *ЕЛС* [3.22].

Зміни при інтенсивному розвитку відбуваються в структурі *ЕЛС* (реструктуризація), процесах (реінжиниринг), техніці та технології (модернізація) [3.23].

Екстенсивний розвиток *ЕЛС* передбачає зростання завдяки залученню додаткових ресурсів, тобто шляхом зміни кількісних, а не якісних показників системи. Одним зі шляхів екстенсивного розвитку *ЕЛС* може бути інтеграція у всіх її проявах: регресивна, прогресивна, горизонтальна, в залежності від



відношення до фокусної компанії. Отже, в результаті інтеграції додаються додаткові елементи до *ЕЛС*.

*ЕЛС* є складною кібернетичною системою, до складу якої входять суб'єкт управління – система управління *ЕЛС* (*СУ*) та об'єкт управління – *ЕЛС* та *ЕЛП* (рис. 3.7). В результаті об'єднання суб'єктів та об'єктів управління утворюється контур управління *ЕЛС*, в якому циркулюють потоки інформації між суб'єктом і об'єктами управління. Контур управління *ЕЛС* є замкнутим та носить характер зворотного зв'язку.



Рисунок 3.7 – Кібернетична модель управління *ЕЛС*

В залежності від суб'єкту та об'єкту управління проекти розвитку *ЕЛС* поділяються на:

- проекти розвитку *СУ ЕЛС*,
- проекти розвитку *ЕЛС*,
- проекти розвитку *ЕЛП*.

#### *Проекти розвитку СУ ЕЛС*

*Методологія управління* включає цілі, задачі, закони та принципи, функції, засоби та методи, школи управління.

*Процес управління* є однією з основних складових управлінської діяльності та включає в себе розробку та реалізацію управлінських рішень,

формування системи комунікацій, створення системи інформаційного забезпечення управління.

*Структура управління* – система зв'язків між об'єктами та суб'єктами управління, які реалізовані в організаційних формах. До складу СУ входять функціональні структури, схеми організаційних відношень, організаційні структури та система навчання й підвищення кваліфікації персоналу [3.24].

*Техніка та технології управління* включають технічне обладнання та технологічне забезпечення процесу управління.

Методологія та процес управління характеризують управлінську діяльність як процес, а структура та техніка управління – як явище.

Враховуючи вищесказане, *проекти розвитку СУ ЕЛС* можна поділити на наступні:

- *проекти реінжинірингу СУ ЕЛС* застосовуються для зміни процесів управління ЕЛС;
- *проекти реструктуризації СУ ЕЛС* полягають в зміні структури управління ЕЛС;
- *проекти модернізації СУ ЕЛС* направлені на зміну техніки та технологій управління.

#### *Проекти розвитку ЕЛС*

*Проекти розвитку об'єкту управління – ЕЛС* можуть носити прогресивний та регресивний, інтенсивний та екстенсивний характер, що відповідає напрямкам та типам розвитку систем.

Отже, *проекти прогресивного розвитку ЕЛС* направлені на її розширення та ускладнення.

До *проектів екстенсивного прогресивного розвитку ЕЛС* відносяться:

- *проекти регресивної інтеграції*, коли ЕЛС розвивається за рахунок елементів, що у ЛЛ знаходяться попереду фокусної компанії. До таких елементів можна віднести постачальників сировини, матеріалів, компонентів.

- *проекти прогресивної інтеграції* передбачають розвиток *ЕЛС* за рахунок елементів, що у *ЛЛ* слідують за фокусною компанією, а саме за рахунок посередників оптових, роздрібних.
- *проекти горизонтальної інтеграції* за свою мету мають збільшення *ЕЛС* за рахунок поглинання конкурентів.

До проектів *інтенсивного прогресивного розвитку ЕЛС* відносяться проекти реінжинірингу, реструктуризації та модернізації *ЕЛС*. Враховуючи екологічну орієнтованість даного типу *ЛЛ*, мова йде про *екологічний реінжиніринг, екологічну реструктуризацію та екологічну модернізацію*.

*Екологічний реінжиніринг (екореінжиніринг)* – процес переосмислення і реконструкції бізнесу, який перетворює все існуючі структури і втілює нові способи виконання робіт з урахуванням екологізації бізнесу. Він спрямований на досягнення конкретних поліпшень екологоекономічних показників діяльності підприємства (вартість, ціна, якість, послуги і темпи) [3.25].

*Проект екологічного реінжинірингу ЕЛС* – комплекс дій, обмежених у часі та ресурсах, ціллю якого є розвиток *ЕЛС* завдяки еколого-орієнтованому перепроєктуванню бізнес-процесів *ЕЛС*, спрямований на підвищення еколого-економічної цінності *ЕЛС*. Метою екологічного реінжинірингу *ЕЛС* є реорганізація бізнес-процесів, спрямована на мінімізацію використання ресурсів шляхом перетворення прямих, зворотних матеріальних та супутніх потоків [3.26 – 3.28].

Ефективний екореінжиніринг бізнес-процесів на базі конвергенції принципів проектного, логістичного та екологічного менеджменту веде до скорочення відходів, за рахунок організації потоку вторинних матеріальних ресурсів, і первинних ресурсів, що використовуються.

Реструктуризація (від лат. *structura* – порядок, розташування, будова) – це зміна структури системи [3.29]. Структура системи при цьому може змінитись шляхом реорганізації її елементів або реформування зв'язків між ними. Отже, до складу проектів реструктуризації *ЕЛС* входять проекти реорганізації та реформування [3.30, 3.31].

*Проект екологічної реструктуризації ЕЛС* – комплекс дій, обмежений в часі та ресурсах, ціллю якого є зміна структури *ЕЛС* шляхом реорганізації елементів та реформування зв'язків між ними задля підвищення еколого-економічної цінності *ЕЛС*.

Модернізація (від англ. *modern* – сучасний, передовий, оновлений) – це процес оновлення, приведення об'єкту до відповідності новим вимогам, показникам. Модернізуються в основному технічні об'єкти, технологічні процеси [3.32].

*Проект екологічної модернізації ЕЛС* за свою мету має оновлення логістичної інфраструктури та технологічних процесів надання логістичних послуг, завдяки чому підвищується еколого-економічна цінність *ЕЛС*.

*Проекти регресивного розвитку ЕЛС* включають *проекти скорочення ЕЛС*, яке може відбуватись у випадку несприятливих умов зовнішнього або внутрішнього середовища проекту та здійснюватись шляхом зменшення кількості елементів системи та зв'язків між ними. Необхідною умовою доцільності скорочення *ЕЛС* є покращення її еколого-економічної цінності.

#### *Проекти розвитку ЕЛП*

Також, як і проекти розвитку *ЕЛС*, проекти розвитку *ЕЛП* можуть носити прогресивний та регресивний характер.

*Проекти прогресивного розвитку ЕЛП* направлені на позитивний розвиток *ЕЛП*, перехід його на якісно новий рівень, та відносяться до проектів *екстенсивно* типу розвитку. До таких проектів відносяться проекти диверсифікації та проекти диференціації *ЕЛП*.

Диверсифікація (від лат. *diversus* – різний і *facere* – робити) – це одночасний розвиток декількох або багатьох не взаємопов'язаних технологічних видів виробництва або обслуговування, розширення асортименту виробництва або послуг [3.33].

*Проект диверсифікації ЕЛП* має за мету розширення номенклатури екологістичних послуг, завдяки чому збільшиться різноманіття *ЕЛП*. Проекти диверсифікації можна поділити на проекти концентричної, горизонтальної та

конгломератної диверсифікації в залежності від обраної стратегії диверсифікації.

*Стратегія концентричної диверсифікації ЕЛП* заснована на пошуку і використанні додаткових можливостей для надання нових логістичних послуг та створення нових ЕЛП, які з технічної та маркетингової точки зору схожі на вже існуючі ЕЛП, та повинні залучати нових клієнтів.

*Стратегія горизонтальної диверсифікації ЕЛП* припускає пошук можливостей росту на існуючому ринку за рахунок нових логістичних послуг, відмінних від існуючих. При цьому новий ЕЛП повинен бути орієнтованим на вже існуючих клієнтів.

*Стратегія конгломератної диверсифікації ЕЛП* полягає в тому, що нові ЕЛП реалізуються на нових ринках і технологічно не пов'язані з випуском колишніх.

*Проект диференціації ЕЛП* направлений на те, що створити безліч модифікацій ЕЛП.

*Проекти регресивного розвитку ЕЛП* мають на меті пряме скорочення екологістичних послуг, що надаються, або їх аутсорсинг.

*Проект скорочення ЕЛП* базується на зменшенні номенклатури екологістичних послуг.

Аутсорсинг (від англ. *outsourcing (outer-source-using)*) – використання зовнішнього джерела або ресурсу) є відмовою використовувати власні можливості для виконання некритичних функцій або бізнес-процесів та передання їх іншій стороні [3.34].

*Проект аутсорсингу ЕЛП* направлений на виконання стратегії аутсорсингу екологістичних послуг.

*Проекти функціонування ЕЛС* складають множину проектів створення ЕЛП, які фактично є проектами експлуатаційної та регенеративної фази мультіпроекту ЕЛС, в процесі виконання яких створюються унікальні ЕЛП. Не дивлячись на те, що на експлуатаційній та регенеративній фазах ЖЦ проекту ЕЛС здійснюється операційна діяльність з просування прямих та

зворотних матеріальних потоків, її можна вважати такою, що складається з множини окремих монопроектів. Справа в тому, що кожний *ЕЛП* є дискретним, унікальним, на його отримання виділяються обмежені ресурси та час, тобто повністю відповідає вимогам до проекту.

### **3.4 Організаційні структури управління екологістичними проектами**

Конвергентна природа *ЕЛС* потребує застосування організаційних систем управління проектами даного типу систем, які в змозі забезпечити ефективно управління з урахуванням проектних, логістичних та екологічних аспектів.

Організація управління кожного з напрямків пройшла свій еволюційний шлях, що відобразилось в розвитку організаційних структурах від найпростіших жорстких до гнучких та сучасних комбінованих типів структур [3.35].

Визначення оптимальної організаційної структури є актуальним, оскільки правильно створена організаційна структура створює сприятливі умови для процесу прийняття управлінських рішень, її стабільність робить організаційну систему стійкою і в той же час дозволяє успішно реагувати на зміни внутрішнього та зовнішнього середовища.

Для визначення адекватних типів організаційних структур управління проектами *ЕЛС* необхідно дослідити еволюцію розвитку організаційних, логістичних, екологічних та проектних структур управління та їх можливих комбінацій.

В загальному сенсі структура (лат. *structura* – розташування, порядок, побудова) є сукупність елементів і стійких зв'язків між ними, що забезпечує цілісність та характеризує систему з точки зору її функціонального розділу та внутрішньої впорядкованості [3.36].

Організаційна структура управління є одним з ключових понять менеджменту, яке тісно пов'язане з метою, функціями, процесом управління, роботою апарату управління та розподілом повноважень.

Існує велика кількість визначень поняття «організаційна структура», в яких відображаються одна або декілька специфічних характеристик даної дефініції.

#### *Організаційна структура управління*

*Л.І. Лехцієр [3.37]*

Сукупність форм та взаємозв'язків організаційної побудови системи управління.

*Л.І. Євєнко [3.38]*

Сукупність зв'язків і відносин між підрозділами організації (службами, виробничими ланками, відділами та посадами), які виникають у процесі управління.

*І.Г. Владимірова [3.39]*

Склад (спеціалізація), взаємозв'язок і підпорядкованість самостійних управлінських підрозділів і окремих посад, які виконують функції управління.

*Г.Е. Слезінгер [3.40]*

Склад і взаємозв'язок підрозділів організації і окремих посадових осіб.

*Н. Федорова [3.41]*

Упорядкована сукупність взаємопов'язаних і взаємообумовлених елементів системи управління, склад, взаєморозташування і ступінь стійкості відносин яких забезпечує цілеспрямоване функціонування і розвиток її як єдиного цілого.

*Б.А. Лагоша, В.Г. Шаркович, Т.Г. Дегтярєва [3.42]*

Сукупність організаційних елементів і взаємозв'язків між ними, упорядкованих відповідно до їх ролі в процесі реалізації цілей системи, що становлять єдине ціле для виконання функцій управління і орієнтованих на здійснення ефективного функціонування системи.

*Ю. Варьяс [3.43], Т. Коно [3.44]*

Ефективний розподіл цілей і завдань управління між підрозділами і працівниками в управлінському апараті на всіх рівнях.

*Г. Мінцберг [3.45]*

Проста сукупність способів, за допомогою яких процес праці спочатку поділяється на окремі робочі завдання, а потім досягається координація дій по вирішенню задач.

*А. Смолкін [3.46]*

Встановлення і забезпечення доцільних зв'язків між елементами системи.

*І.Н. Герчікова [3.47]*

Встановлення чітких взаємозв'язків між окремими підрозділами фірми, розподіл між ними прав і відповідальності.

*І. Сироєжкін [3.48]*

Стійкий просторово-часовий розподіл господарських рішень і ресурсів, що забезпечують їх реалізацію.

*Р.Л. Акофф, Ф.І. Емері [3.49]*

Професійно-соціальне утворення (групу людей), об'єднаних за принципом функціонального поділу праці. Основне призначення цієї групи - забезпечення реалізації спільних цілей всієї виробничої системи.

*Б.З. Мільнер, Л.І. Євенко, В.С. Рапопорт [3.50]*

Взаємовідносини підрозділів і посад в організації, розподіл ролей, повноважень і відповідальності між ними, а також порядок функціонально-технологічних зв'язків.

Аналіз вищенаведених визначень організаційної структури управління вітчизняних та закордонних авторів дозволив об'єднати їх в наступні групи, в яких організаційна структура:

- ототожнюється з організацією [3.37, 3.38, 3.50],
- представлена як система елементів управління [3.39, 3.46] для досягнення цілей організації [3.41, 3.42, 3.49],



- визначається як процес реалізації управлінських рішень та множина управлінських функцій [3.42 – 3.45],
- розглядається через призму розподілу господарських рішень та ресурсів [3.48] або прав та обов'язків, повноважень та відповідальності [3.47, 3.50] між підрозділами та посадами.

Наявність великої кількості визначень понять «організаційна структура управління» або «структура управління організацією», які є тотожними, та різноманітних концепцій трактування їхньої сутності, свідчать про відсутність єдиної думки науковців стосовно цього питання.

Еволюція організаційного розвитку призвела до виникнення різноманітних видів організаційних структур управління. Аналіз практики функціонування зарубіжних та вітчизняних організацій дає змогу виділити певні види організаційних структур, які можна об'єднати в дві великі групи: жорсткі (або ієрархічні, формальні, бюрократичні, класичні, традиційні, механістичні) та гнучкі (або адаптивні, органічні, гнучкі, плоскі) [3.51].

Організаційні структури, що належать до першої групи, характеризуються жорстким закріпленням за структурними підрозділами функцій, прав, обов'язків і відповідальності та поділяються на: лінійні, функціональні, лінійно-функціональні, лінійно-штабні [3.52].

Організаційні структури другої групи не мають жорсткого функціонального розподілу та включають так звані програмно-цільові структури [3.53]: проектні, матричні, бригадні (крос-функціональні) [3.54].

Між ієрархічними та органічними організаційними структурами виділяють проміжну форму – дивізійну (продуктову, орієнтовану на споживача, регіональну) [3.52].

Сучасність багата на нові форми організаційних структур, до яких належать горизонтальні, мережеві, віртуальні, партисипативні, кільцеві, зоряні, стільникові тощо [3.54]. Окремою групою розташовані так звані множинні (багатомірні) організаційні структури: холдинги, конгломерати тощо [3.55].

Еволюція організаційних структур управління здійснювалась від жорстких ієрархічних форм до гнучких органічних. Це пояснюється зміною умов господарювання та виникненням потреб у більш адаптивних структурах, які допоможуть організації вистояти та зберегти конкурентоспроможність в турбулентних умовах.

У першій половині ХХ століття переважали спочатку лінійні та функціональні організаційні структури, а потім їх комбінації. У другій половині століття великі західні корпорації стали практично повсюдно переходити до дивізіональних структур [3.56]. Досвід багатьох великих компаній показав, що дивізіональна організаційна структура може сприяти підвищенню ефективності управління лише до певних меж, після чого починають відчуватися все більші труднощі. Однією з головних проблем організаційних структур поступово ставала проблема гнучкості. Цю проблему намагалися вирішити, створюючи нові варіанти комбінованих програмно-цільових структур шляхом додавання до основної структури нових елементів. Таким чином було створено матричні, проектні структури тощо.

З кінця ХХ – початку ХХІ століття настає сучасний етап розвитку організаційних структур. Його відмінною характеристикою є перехід до інформаційного суспільства, коли стає відсутньою необхідність у жорстких формах організаційних структур з чітко вираженою ієрархією. Сучасних типів організаційних структур представлено досить велику кількість. До програмно-цільових структур додалися мережеві, віртуальні, кільцеві, зоряні, стільникові і т.д. [3.57]. Створення таких адаптивних структур є перспективним шляхом мобільного реагування на мінливі умови ринку.

Отже, можна стверджувати, що двома крайніми формами організаційних структур з чітко вираженими характеристиками є лінійна, з максимально вираженими ієрархічними властивостями, та мережева, в якій ієрархічні зв'язки практично не проявляються. Інші види організаційних структур є перехідними формами, що відображають етапи еволюції управління організацією.

Дослідження еволюції організаційних структур управління однозначно показує, що універсальної структури немає і процес пошуку триватиме і далі. Перспективним напрямком розвитку організаційних структур управління є створення комбінованих структур, які враховують останні тенденції розвитку теорії та практики управління, та полягають у конвергенції методологій, підходів та систем управління організацією.

Отже, розвиток організаційних структур управління залежить також від впровадження нових концепцій управління, зокрема екологічного, логістичного, проектного менеджменту. Кожна з них пройшла в своєму розвитку певні етапи, що відобразилось в організаційних структурах компаній, які впроваджують принципи екологічного, логістичного та проектного управління.

#### *Організаційні структури екологістичного управління*

У зв'язку зі збільшенням значення еколого-орієнтованої логістики в довготривалій успішності бізнесу, все більше компаній приділяють значну увагу питанню організації власної екологістики адекватно потребам сьогодення. Оскільки, організація екологістичної діяльності представляє собою координацію і оптимізацію у часі та просторі всіх елементів логістичного процесу для досягнення поставлених цілей при умові мінімального екодеструктивного впливу на довкілля, для її успішного здійснення необхідно створити ефективну систему управління.

Сучасна практика екологістичного управління передбачає вирішення логістичних та екологічних питань міжфункціональної та міжорганізаційної інтеграції [3.58 – 3.60]. Отже, організація екологістики повинна здійснюватись на мікро- та мезо-, макрорівнях.

*На мікрорівні* завданням екологістичного управління організації є координація дій спеціалістів різних служб (постачання, виробництво, маркетинг тощо), які управляють логістичним потоком для досягнення необхідного рівня логістичної інтеграції. Кожен з учасників логістичного

процесу спеціалізується на виконанні певної групи логістичних функцій з урахуванням екологічних аспектів

В ході організації екологістичної діяльності на мезо- або макрорівні здійснюється розподіл логістичних функцій між різними учасниками (суб'єктами) логістичного ланцюга (виробничими підприємствами, комерційно-посередницькими організаціями, підприємствами оптової торгівлі, складування загального користування, вантажними терміналами, фінансовими закладами тощо), формуються господарчі зв'язки, механізм міжорганізаційної координації [3.61].

Кожному з етапів еволюції екологістики властиві свої характерні особливості організаційних структур, що реалізують функції логістичного та екологічного управління.

*Організаційні структури екологічного управління* в своєму розвитку пройшли шлях від лінійних (в штатному розкладі організації є співробітник – еколог) до функціональних (екологічний менеджмент представлений функціональним підрозділом – екологічним відділом) структур.

*Організаційні структури логістичного управління* залежать від етапу розвитку логістики та можуть відрізнитись в залежності від галузевої приналежності, розмірів та структури компанії, корпоративної культури, рівня кваліфікації фахівців тощо, можна виділити певні загальні характерні особливості для організаційних структур логістики на кожного етапі еволюції логістики (табл. 3.9).

На етапі операційної координації (1950-1970 роки) окремі логістичні функції закріплювалися за відповідними структурними підрозділами (наприклад, транспортними, складськими), відбувалась інфраструктурна інтеграція управління логістичними потужностями та департаменталізація служб логістики, що виконували окремі операційні логістичні функції в межах традиційних організаційних структур. На цьому етапі з'являються відділи логістики в функціональній, лінійно-функціональній організаційних структурах.

Таблиця 3.9 – Еволюція організаційних структур управління логістикою підприємства

Етап еволюції логістики	Типи організаційних структур
Операційна логістика	функціональна, лінійно-функціональна
Координуюча логістика	лінійно-штабна, дивізійна, матрична, проектна
Управління ланцюгами постачань	матрична, проектна, мережева

На етапі міжфункціональної координації або координуючої логістики в оргструктурах організації відбувається групування за логістичними функціями, виділяються функціональні області логістики, пов'язані, в першу чергу, з фізичним розподілом (наприклад, логістики постачання, логістики виробництва, логістики розподілу). Логістичний менеджмент починається позиціонуватись як важливий стратегічний компонент бізнесу.

Далі відбувається інтеграція функціональних, а потім інформаційних процесів (зміщення акценту від функції до процесу). Всі логістичні функції остаточно закріплюються за персоналом логістичного менеджменту підприємства. Крім операційних, починають виділяти координуючі функції логістики. Організація управління логістикою стала можливою на рівні всієї організації в службі логістики або в рамках аутсорсинга на рівні *3PL*-провайдера. Широко застосовуються лінійно-штабні, дивізійні структури управління логістикою, з'являються проектні, матричні структури.

Концепція управління ланцюгами постачань призвела до змін в організаційних системах управління логістикою підприємств і організацій, що входять до ланцюгів постачань. Особливістю організаційного проектування в розрізі управління *ЛЛ* є участь в ланцюгу в якості ланок відокремлених функціонально бізнес-одиниць. В кожній ланці ланцюга створюється власна організаційна система управління логістикою, інтеграційне управління якими повинно здійснюватися на рівні департаменту логістики фокусної компанії

або на рівні *4PL*-провайдера. Управління здійснюється на рівні проектних та матричних структур, виникають мережеві організаційні структури управління логістикою.

Отже, організаційні структури управління логістикою пройшли певні етапи еволюції, які тісно пов'язані зі зміною концепцій логістики від операційної логістики до управління ланцюгами постачань та еволюцією організаційних структур управління від класичних до сучасних.

Успішне управління еколого-орієнтованою логістикою потребує створення організаційної структури, яка повинна відповідати цілям екологістики компанії.

*Організаційні структури проектно-орієнтованого  
екологістичного управління*

Впровадження принципів проектного управління вплинуло на організаційні структури управління компаніями. Організаційні структури проектно-орієнтованого управління складають цілий спектр – від функціональних до проектних, з безліччю матричних структур між ними [3.62].

Елементами організаційної структури управління проектами *ЕЛС* можуть бути як окремі співробітники організації, так і структурні підрозділи, до складу яких входять фахівці, які виконують певні функції. Відношення між елементами організаційної структури підтримуються завдяки зв'язкам, які прийнято поділяти на вертикальні та горизонтальні, лінійні та функціональні.

Вертикальні зв'язки відображають підпорядкованість елементів і являються різнорівневими, горизонтальні – узгодженість і є однорівневими. Лінійні зв'язки характеризують процес прийняття і реалізації управлінських рішень і руху інформації між лінійними керівниками, функціональні зв'язки сполучаються з тими чи іншими функціями менеджменту.

Між усіма складовими організаційної структури управління існують складні відносини взаємозалежності. Зміни в кожній з них, наприклад,

кількості та складу елементів, рівнів, характеру зв'язків і повноважень робітників тощо, викликають необхідність перегляду всіх інших [3.63].

Отже, врахувати потреби організації в проектно-орієнтованому управлінні *ЕЛС* можливо шляхом створення багатомірної структури управління. Тип багатомірної організаційної структури управління *мікро-ЕЛС* з однієї сторони повинен відповідати існуючому типу оргструктури організації, а з іншого враховувати необхідність логістичного, екологічного та проектного управління в організації (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Формування організаційних структур конвергентного управління проектами *мікро-ЕЛС*

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

Представлені багатомірні моделі організаційних структур управління проектами *мікро-ЕЛС*, які утворюються в результаті комбінації типів організаційних структур, що застосовуються в сучасному проектному, логістичному та екологічному управлінні: матрично-дивізійональна, матрично-функціональна, багатомірна матриця.

У всіх випадках конвергентне управління проектами *ЕЛС* здійснюється через *проектний офіс* або *офіс управління проектами* – підрозділ організації або самостійний орган, який здійснює в межах визначеної компетенції різні функції з централізації й координації управління проектами [3.64]. Діапазон функцій проектного офісу може коливатися від надання підтримки в

управлінні проектами до прийняття повної відповідальності за безпосереднє управління проектом.

*Матрично-функціональну структуру* управління проектами ЕЛС організації пропонується застосовувати в тому випадку, коли структура управління в компанії відноситься до функціонального типу. В такому випадку проектна, логістична та екологічна діяльність здійснюється на рівні функціональних підрозділів – проектного, екологічного та логістичного відділів. Для проектно-орієнтованого управління створюється проектний офіс, до складу якого входять працівники вище перелічених відділів. До робіт з проектів можуть залучатись співробітники інших підрозділів організації, що відповідає матричному типу організаційних структур. Матрично-функціональна організаційна структура, що створюється, поєднує в собі характеристики функціонального та матричного типів структур (рис. 3.8).

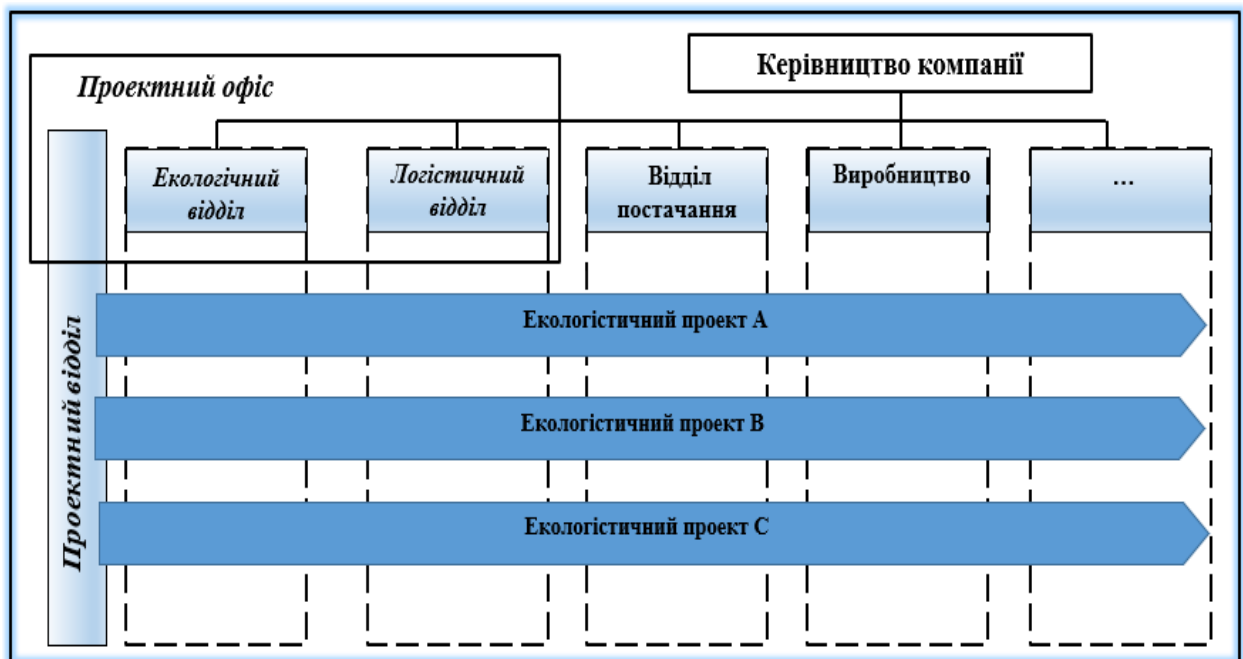


Рисунок 3.8 – Матрично-функціональна організаційна структура управління проектами мікро-ЕЛС

*Матрично-дивізійна організаційна структура* управління проектами ЕЛС організації створюється на базі дивізійної структури управління. Проектний, логістичний та екологічний відділи дивізіону мають



функціональне підпорядкування відповідним відділам головної компанії. Проектний офіс створюється в дивізіоні завдяки використанню матричного принципу, що обумовлює назву типу організаційної структури (рис. 3.9).

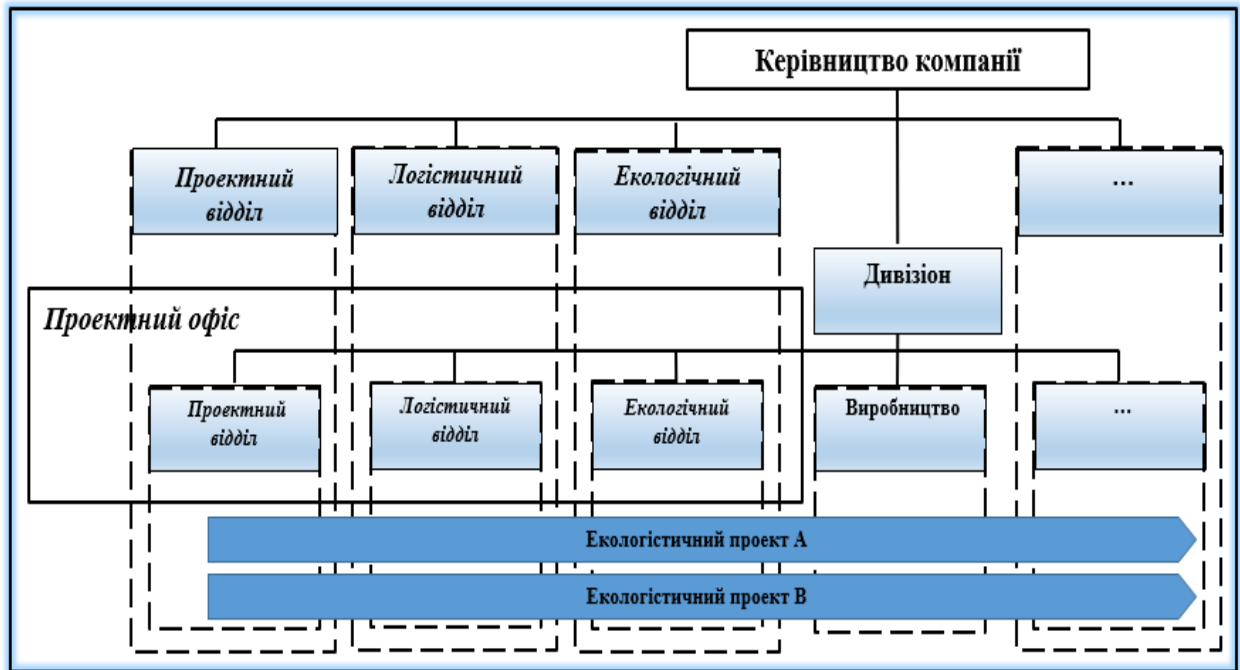


Рисунок 3.9 – Матрично-дивізіональна організаційна структура управління проектами *мікро-ЕЛС*

В багатомірній матриці конвергентного управління проектами *ЕЛС* структура управління в компанії представлена функціональною структурою, де проектний, екологічний та логістичний відділ є функціональними підрозділами. Але проектний та логістичний менеджмент організований по матричному типу, що виражається у конвергенції обох матриць. В результаті утворюється складна багатомірна (тривимірна матриця) проектно-логістичного управління, до складу якої входять робітники інших функціональних підрозділів, крім проектного та логістичного відділів. Проектний офіс складається з представників проектного, логістичного та екологічного відділів (рис. 3.10).

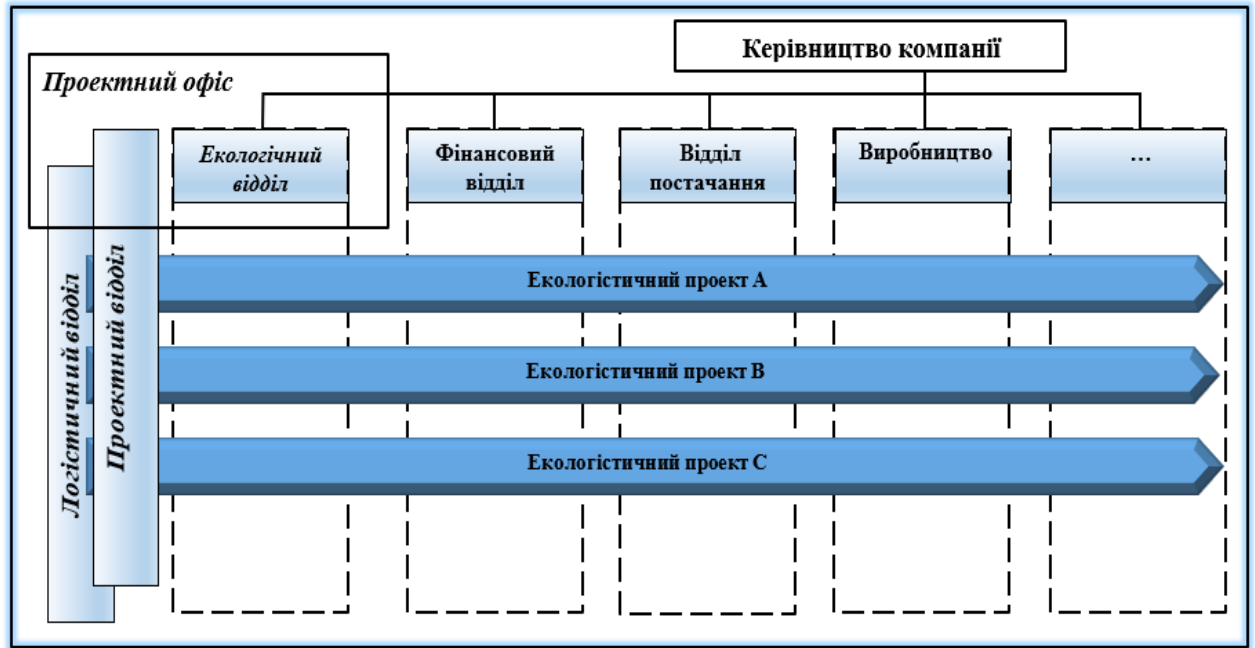


Рисунок 3.10 – Багатомірна матрична структура конвергентного управління проектами *мікро-ЕЛС*

При лінійній організації конвергентного управління *мезо-* та *макро-ЕЛС* проектний офіс потрібно створювати на рівні *4(5)PL*-операторів (рис. 3.11).

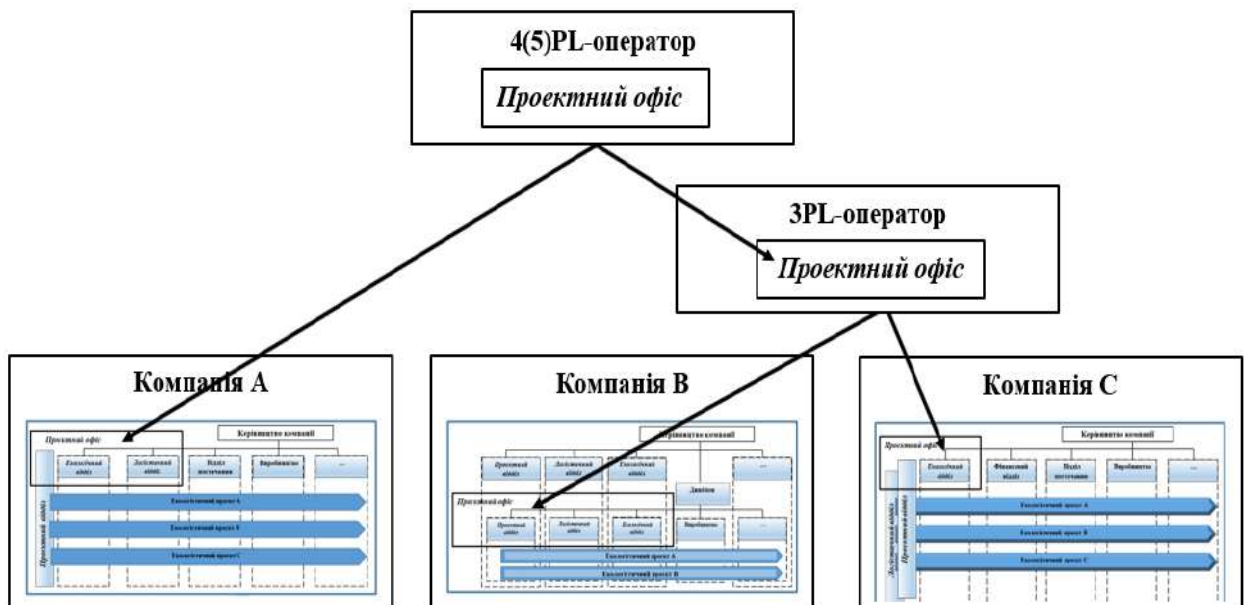


Рисунок 3.11 – Лінійно-матрична організаційна структура конвергентного управління проектами *мезо-* та *макро-ЕЛС*

При цьому організаційні структури проектного управління *мікро-ЕЛС*, що входять до складу *мезо-*, *макро-ЕЛС*, можуть бути представлені любым

типом з вище описаних структур: матрично-функціональною, матрично-дивізійною або багатомірною матрицею.

Визначимо основні принципи формування організаційних структур управління проектами *ЕЛС*:

– організаційна структура проектно-орієнтованого екологістичного управління повинна відображати цілі та завдання екологістики компанії;

– організаційна структура проектно-орієнтованого екологістичного управління повинна бути адекватною загальній організаційній структурі компанії;

– для організації проектно-орієнтованого екологістичного управління на мікрорівні створюється проектний офіс, до складу якого входять представники проектного, логістичного та екологічного відділів компанії;

– для організації проектно-орієнтованого екологістичного управління на мезо- та макрорівні створюється проектний офіс на рівні управляючої компанії, який підтримує тісні зв'язки з проектними офісами учасників *ЛЛ*;

– організаційні структури проектно-орієнтованого управління мікро-*ЕЛС* учасників *ЛЛ* є незалежними, їх тип не впливає на організацію проектно-орієнтованого управління на мезо- та макро-рівні, та навпаки;

– необхідно передбачити оптимальний розподіл функцій між проектними, логістичними та екологічними структурними підрозділами й окремими робітниками, що відповідає рівню компетенції та забезпечує належну спеціалізацію;

– формування організаційної структури проектно-орієнтованого екологістичного управління передбачає залучення співробітників інших функціональних підрозділів компанії, що потрібно зв'язувати з визначенням повноважень і відповідальності кожного працівника та структурного підрозділу зі встановленням системи вертикальних і горизонтальних зв'язків між ними;

– між функціями й обов'язками, з одного боку, повноваженнями й відповідальністю, з іншого, необхідно додержуватись відповідності,

порушення якої призводить до дисфункції системи екологістичного управління в цілому.

### 3.5 Висновки до розділу 3

1. Розроблено фреймову модель управління змістом продуктів проекту *ЕЛС*, в якій відображено специфічні властивості продуктів фаз *ЖЦ* проекту та визначено зв'язки між окремими характеристиками продуктів.

2. Представлено метод управління конфігурацією продуктів проекту *ЕЛС*, який включає етапи: специфікацію параметрів продуктів, кластеризацію продуктів, структурування кластерів та ідентифікацію продуктів проекту.

3. Специфікація параметрів продуктів полягає в створенні описових фреймових моделей продуктів, які відображають множину необхідних для характеристики продукту фази *ЖЦ* проекту *ЕЛС* параметрів.

4. Кластеризація продуктів передбачає створення інформаційних моделей кластерів продуктів, які містять інформацію про множину продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС*, що мають близькі значення параметрів.

5. Структурування кластерів продуктів призводить до створення мережі кластерів продуктів проекту, що дозволяє відобразити нечітко виражені зв'язки між продуктами та створити потенційну множину ланцюгів продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС*.

6. Ідентифікація продуктів враховує невизначеність умов реалізації проекту та показує відповідність конкретного продукту певному кластеру, полягає в створенні ланцюгу продуктів фаз *ЖЦ* проекту *ЕЛС*.

7. Запропоновано класифікацію проектів *ЕЛС*. В якості базової класифікаційної ознаки пропонується використовувати причину реалізації або призначення проекту: створення, розвиток або функціонування *ЕЛС*. Проекти створення *ЕЛС* класифікують за продуктом, що утворюється. Проекти розвитку класифікують в залежності від об'єкту чи суб'єкту управління, виду

та типу розвитку тощо. Проекти функціонування включають проекти створення *ЕЛП*.

8. Представлено багатомірні моделі організаційних структур управління проектами *мікро-ЕЛС*, які утворюються в результаті комбінації типів організаційних структур, що застосовуються в сучасному проектному, логістичному та екологічному управлінні: матрично-дивізійна, матрично-функційна, багатомірна (тривимірна) матриця.

9. При лінійній організації конвергентного управління *мезо-* та *макро-ЕЛС* проектний офіс пропонується створювати на рівні *4(5)PL*-операторів. При цьому організаційні структури проектного управління *мікро-ЕЛС*, що входять до складу *мезо-*, *макро-ЕЛС*, можуть бути представлені любым типом з вище описаних структур: матрично-функційною, матрично-дивізійною або багатомірною матрицею.

### 3.6 Список використаних джерел до розділу 3

- 3.1 Литвинченко А.А., Рач В.А. Проблемы развития науки управления проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 4. С. 5–12.
- 3.2 Онищенко С.П., Берневек Т.И. Основные объекты маркетинга в проектной деятельности. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 3/2 (53) С. 8–12.
- 3.3 Бабаев И.А. Формирование видения продукта проекта развития организации. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 2. С. 30–38.
- 3.4 Литвинченко А.А. Управление стоимостью проекта: существенные отношения. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2006. № 1. С. 124–128.
- 3.5 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.
- 3.6 Ковтун Т.А., Коренева А.Ю. Модель жизненного цикла проекта создания холдинговой компании. *Тези доповідей Научної інтернет конференції SWorld «Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві та транспорті '2014»* : сборник научных трудов SWorld. Выпуск 4(37). Т. 10. Иваново : Маркова АД, 2014. С. 83–86.
- 3.7 Ковтун Т.А. Методический подход к принятию управленческих решений по инициализации продуктов проекта транспортного предприятия. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2007. № 2. С. 145–157.
- 3.8 A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) – Six Edition. USA. PMI, 2017. 574 p.
- 3.9 Минский М. Фреймы для представления знаний / пер. с англ. Москва : Энергия, 1979. 152 с.
- 3.10 Шумков Е.А. Фреймовые экспертные системы с использованием нейронных сетей. *Научный журнал КубГАУ*. 2019. № 154 (10). С. 1–7.
- 3.11 Ковтун Т.А. Фреймове моделювання продуктів проекту екологістичної системи. *Розвиток транспорту*. Науковий журнал ОНМУ. Вип. 1 (6). Одеса, 2020. С. 17–29.
- 3.12 Морозов В.В., Рудницкий С.И. Модель влияния внешнего окружения на процесс управления конфигурацией в проекте. *Управління розвитком складних систем*. 2013. № 16. С. 46–52.
- 3.13 MIL-HDBK-61. Military Handbook. Configuration Management Guidance. USA. Department of Defense. 1997. 221 p.
- 3.14 Морозов В.В., Рудницкий С.И. Концептуальная модель процесса управления конфигурацией в проектах. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 1/10 (61). С. 187–193.

- 3.15 Сидорчук О.В. Узгодження конфігурацій систем-продуктів та їх проектів. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 25. С. 58–65.
- 3.16 Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / пер. с франц. Москва : Радио и связь, 1982. 432 с.
- 3.17 Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д.А. Поспелова. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. 312 с.
- 3.18 Научные исследования и их практическое применение. *Современное состояние и пути развития '2007* : сборник научн. трудов по материалам Междунар. научн.-практ. конф., 1-15 окт. 2007 г., Одесса. Т.1. Транспорт, Физика и математика, НИПКИМФ Украины, ОНМУ. Одеса : Изд-во Черноморье, 2007. 91 с.
- 3.19 Большая Советская Энциклопедия. Москва : Советская энциклопедия, Т. 21. 1975. 409 с.
- 3.20 Лапкина И.А. Управление проектами : тексты лекций. Одеса : ОНМУ, 2002. 131 с.
- 3.21 Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. Москва : 1991, С. 365–367.
- 3.22 Ковтун Т.А., Дмитриева Л.В. Реинжиниринг бизнес-процессов с позиций методологии управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. Збірник наукових праць. Випуск 30. Київ : КНУБА, 2017. С. 44–49.
- 3.23 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.
- 3.24 Бодди Д., Пейтон Р. Основы менеджмента / пер. с англ. Ю. Каптуровский, Ю.Писаренок / под ред. Ю.А.Каптуровского. СПб. : Питер, 1999. 816 с.

- 3.25 Chung L., Leite P., and Cesar J. On Non-Functional Requirements in Software Engineering in Conceptual Modeling : Foundations and Applications. Springer-Verlag, 2009. 379 p.
- 3.26 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 : 2017. С. 87–89.
- 3.27 Ковтун Т.А., Дмирієва Л. В. Реінжиніринг як етап життєвого циклу мікрологістичної системи. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна та ін. Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 153–159.
- 3.28 Ковтун Т.А., Дмирієва Л. В. Реінжиніринг бізнес-процесів з позицій методології проектного менеджменту. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2018. С. 67–73.
- 3.29 Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. Реструктуризация предприятий и компаний : справочное пособие. Москва : Высшая школа, 2000. 587 с.
- 3.30 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.
- 3.31 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.
- 3.32 Гибсон Дж.Л., Иванцевич Д.М., Доннелли Д.Х. мл. Организации : поведение, структура, процессы / пер. с англ., 8-е изд. Москва : ИНФРА-М, 2000. 662 с.



- 3.33 Скоробогатов М.М., Куцербубова О.І. Диверсифікація як один із шляхів підвищення ефективності діяльності підприємств у сучасних умовах. *Економічний вісник Донбасу*. 2011. № 3 (25), С.18–21.
- 3.34 Зорій О. М., Коваленко Т.В. Особливості застосування аутсорсингу. *Економічний аналіз* : зб. наук. праць. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2013. Т. 14. № 3. С. 18–28.
- 3.35 Ковтун Т.А., Коренєва А.Ю. Застосування інструментарію сучасного менеджменту в організації діяльності холдингових компаній. Стратегія і організаційна структура. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двохметодологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2018. С. 44–50.
- 3.36 Большая советская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. 1969–1978, Т. 24, кн. I.
- 3.37 Лехциер Л.И. Структуры управления производственными организациями. Москва : МГУ, 1982. 125 с.
- 3.38 Евенко Л.И. Организационные структуры управления промышленными корпорациями США. Теория и практика формирования. Москва : Наука, 1983. 343 с.
- 3.39 Владимирова И.Г. Организационные структуры управления компаниями. *Менеджмент в России и за рубежом*. 1998. № 3. С.115–125.
- 3.40 Слезингер Г.Э. Общеотраслевые методические рекомендации по разработке организационных структур управления для предприятий. Москва : Машиностроение, 1988. 115 с.
- 3.41 Федорова Н.Н. Организационная структура управления предприятием. Москва : ТК Велби, 2003. 256 с.
- 3.42 Лагоша Б.А. Методы и модели совершенствования организационных структур. Москва : Наука, 1988. 189 с.

- 3.43 Варьяс Ю.В. Конструирование организационной структуры управления. Москва : Знание, 1982. 64 с.
- 3.44 Коно Т. Стратегия и структуры японских предприятий / перев. с англ., под. общ. ред. О.С. Виханского. Москва : Прогресс, 1987. 384 с.
- 3.45 Минцберг Г. Структура в кулаке : создание эффективной организации : пер. с англ. / под. ред. Ю.Н. Каптуревского. СПб. : Питер, 2003. 512 с.
- 3.46 Смолкин А.М. Менеджмент : основы организации. Москва : ИНФРА-М, 2002. 248 с.
- 3.47 Герчикова И.Н. Менеджмент. Изд. 3-е перераб. и доп. Москва : ЮНИТИ, 2002. 201 с.
- 3.48 Сыроежкин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. Москва : Экономика, 1980. 192 с.
- 3.49 Акофф Р.Л., Эмери Ф.И. О целеустремленных системах. Москва : Сов. Радио, 1972. 223 с.
- 3.50 Мильнер Б.З., Евенко Л.И., Рапопорт В.С. Системный подход к организации управления. Москва : экономика, 1983. 224 с.
- 3.51 Ковтун Т.А., Коренева А.Ю. Особенности организации проектно-ориентированного управления холдингом. Тези доповідей XII Міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Київ : КНУБА, 2015. С. 130–131.
- 3.52 Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента / пер. с англ. Москва : Дело, 1996. 704 с.
- 3.53 Виссема Х. Менеджмент в подразделениях фирмы (предпринимательство и координация в децентрализованной компании). / пер. с англ. Москва : ИНФРА-М, 1996. 288 с.
- 3.54 Дыбская В.В., Сергеев В.И. Методология организационного проектирования в логистике и SCM. *Логистика и управление цепями поставок*. Журнал. 2016. № 6 (77). С.57–68.

- 3.55 Сай В.М. Методология построения сетевых организационных структур на железнодорожном транспорте. Дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.33 / Организация производства. Екатеринбург, 2003. 382 с.
- 3.56 Олтяну И. Организационные структуры современного предприятия (вводные элементы) / сокр. пер. с румын. Москва : Экономика, 1971. 87 с.
- 3.57 Мильнер Б.З. Теория организации. Изд. 6-е, перераб. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2007. 797 с.
- 3.58 Ковтун Т.А., Смокова Т. М. Інтеграційні ризики проектів створення логістичних центрів. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двох методологій. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна та ін. Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2019. С. 213–219.
- 3.59 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.
- 3.60 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, м. Київ : КНУБА 17–18 травня 2019 р. С. 124–126.
- 3.61 Тюріна Н. М., Гой І. В., Бабій І. В. Логістика : навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2015. 392 с.
- 3.62 Управление программами и проектами / М.Л. Разу и др. Москва : Инфра-М, 2000. 364 с.
- 3.63 Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. Экспресс-курс. СПб. : Питер, 2010. 464 с.

- 3.64 Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK) : Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2010. 4-е изд. Москва, США: Project Management Institute, 2010. 496 с.

Результаты дослідження розділу 3 представлено в публікаціях [3.5, 3.6, 3.11, 3.22, 3.23, 3.26 – 3.28, 3.30, 3.31, 3.35, 3.51, 3.58 – 3.60].

## РОЗДІЛ 4

### МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЧАСОВИМИ ТА ГРОШОВИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЕКТІВ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

#### **4.1 Формування часових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи**

Зміна поглядів на тривалість та склад *ЖЦ* проекту впливає на процес формування параметрів – специфічних характеристик, від управління якими залежить успіх проекту. Важливість управління часом та вартістю проекту підтверджується винесенням цих питань в окремі галузі знань методології управління проектами [4.1].

Дослідження об'єктних, часових, грошових параметрів проекту проводиться в роботах сучасних науковців. В [4.2] запропоновано застосування генетичного підходу до формування об'єктних та грошових характеристик продуктів проекту. Оптимізувати часові параметри проекту, спираючись на параметри продуктів проекту, пропонуються в роботі [4.3]. Обґрунтовуються об'єктні та часові параметри проекту в [4.4]. На необхідності управління часовими характеристиками фаз *ЖЦ* проекту наполягають автори в [4.5, 4.6]. В дослідженнях [4.7 – 4.9] питання управління часом проекту розглядаються на рівні дослідження формування розкладу робіт проекту. На урахуванні обмежених ресурсів при формуванні параметрів проекту зосереджують увагу дослідники в роботах [4.10 – 4.12]. Пропонується прийняття компромісних рішень між часовими та грошовими характеристиками проекту у випадку обмежених ресурсів в роботі [4.13].

Враховуючи специфічні особливості проекту *ЕЛС*, його *ЖЦ* пропонується поділяти на наступні фази: передінвестиційну (*pre-investment phase, P*), інвестиційну (*investment phase, I*), експлуатаційну (*operational phase,*

*O*), регенеративну (*regenerative phase, R*), ревіталізаційну (*revitalization phase, V*).

Фази ЖЦ проекту ЕЛС складають множину фаз проектів  $C^f$ , ( $f = \overline{1; F}$ ).

Фази проекту поділяються на етапи, що складають множину  $S^{fj}$ ,  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ) – фаза проекту,  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ) – етап фази. Етапи характеризуються отриманням проміжних результатів – проміжних продуктів проекту.

Етапам фаз ЖЦ проекту ЕЛС відповідають часові інтервали  $[t_i; t_{i+1}]$  ( $i = \overline{1; I-1}$ ), де  $t_i$  – початок,  $t_{i+1}$  – закінчення часового інтервалу тривалості етапу фази ЖЦ проекту, які є віховими подіями. На протязі ЖЦ проекту ЕЛС пропонується виділяти наступні віхові події:

$t_0$  – 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 [4.14].

Таким чином, ЖЦ проекту ЕЛС включає множину  $\Pi^i$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ) часових інтервалів  $[t_i; t_{i+1}]$  – періодів часу, початком та завершенням яких є віхові події, яким відповідають початок або завершення фази (у випадку одноетапної фази) або етапу (у випадку багатоетапної фази) проекту, що характеризуються отриманням певного проміжного результату.

До ЖЦ проекту ЕЛС входять фази, які відрізняються кількістю етапів в їх складі:

перша, передінвестиційна фаза –  $P^{11}_{[t_0;t_1]}$ ,

друга, інвестиційна фаза –  $I^{21}_{[t_1;t_2]}$ ,

третья, експлуатаційна фаза –  $O^{31}_{[t_2;t_3]}$ ,  $O^{32}_{[t_3;t_4]}$ ,

четверта, регенеративна фаза –  $R^{41}_{[t_3;t_4]}$ ,  $R^{42}_{[t_4;t_5]}$ ,

п'ята, ревіталізаційна фаза –  $V^{51}_{[t_1;t_2]}$ ,  $V^{52}_{[t_2;t_3]}$ ,  $V^{53}_{[t_3;t_4]}$ ,  $V^{54}_{[t_4;t_5]}$ ,  $V^{55}_{[t_5;t_6]}$  (рис. 4.1).

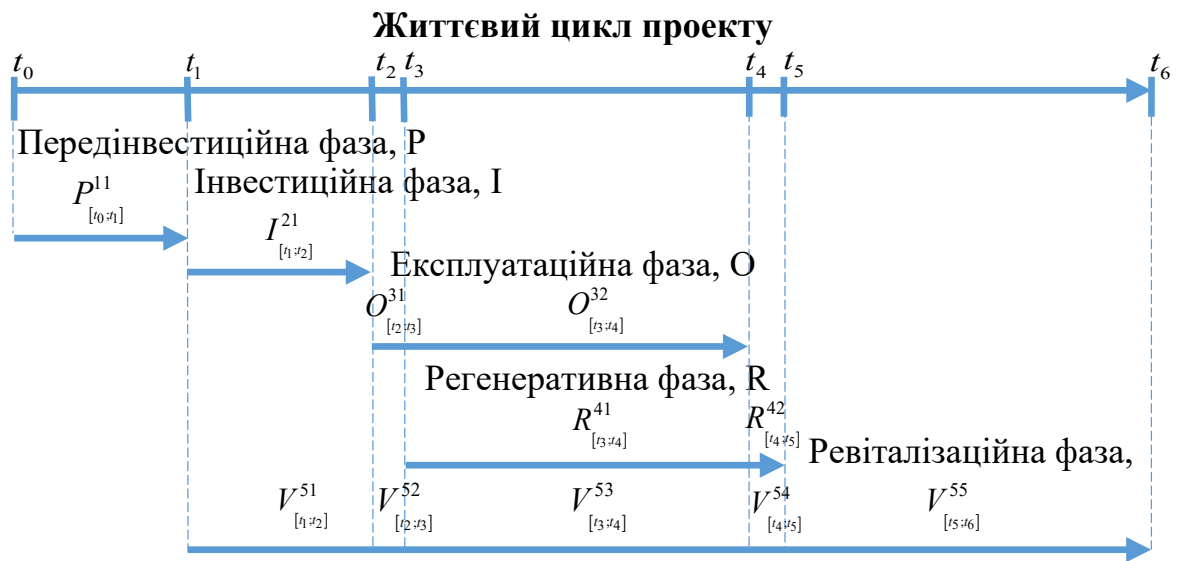


Рисунок 4.1 – Графічна модель ЖЦ проекту ЕЛС

Отже, для характеристики часових параметрів ЖЦ проекту формуються наступні множини:

– множина фаз ЖЦ проекту  $C^f = \{P; I; O; R; V\}$ ;

– множина часових інтервалів ЖЦ проекту

$$TI^i = \{[t_0;t_1]; [t_1;t_2]; [t_2;t_3]; [t_3;t_4]; [t_4;t_5]; [t_5;t_6]\};$$

– множина етапів фаз ЖЦ проекту

$$S^{ff} = \left\{ \begin{array}{l} P^{11}_{[t_0;t_1]} ; I^{21}_{[t_1;t_2]} ; O^{31}_{[t_2;t_3]} ; O^{32}_{[t_3;t_4]} ; R^{41}_{[t_3;t_4]} ; R^{42}_{[t_4;t_5]} ; \\ V^{51}_{[t_1;t_2]} ; V^{52}_{[t_2;t_3]} ; V^{53}_{[t_3;t_4]} ; V^{54}_{[t_4;t_5]} ; V^{55}_{[t_5;t_6]} \end{array} \right\}.$$

Для успішної реалізації проекту необхідно визначити зв'язки між фазами та окремими етапами ЖЦ проекту ЕЛС, що дозволяє зробити інструментарій теорії категорій, яка вивчає властивості відношень між об'єктами незалежно від внутрішнього змісту та структури об'єктів [4.15].

Категорією називається:

- набір (клас) об'єктів  $(X, Y, Z, \dots)$ ;
- набір морфізмів  $f: X \rightarrow Y$ , де  $X, Y$  – об'єкти.
- завдання для кожної пари морфізмів виду  $f: X \rightarrow Y$  та  $g: Y \rightarrow Z$  їх композиції  $g \circ f: X \rightarrow Z$ ;
- завдання для кожного об'єкту  $X$  тотожного морфізму  $id_X: X \rightarrow X$ ;

так, що виконуються наступні умови:

- композиція *асоціативна*: якщо  $f: X \rightarrow Y$ ,  $g: Y \rightarrow Z$ ,  $h: Z \rightarrow T$  – морфізми, то морфізми  $(h \circ g) \circ f$ ,  $h \circ (g \circ f): X \rightarrow T$  збігаються;
- тотожний морфізм є нейтральним відносно композиції: для любого морфізму  $f: X \rightarrow Y$  виконується  $f \circ id_X = f = id_Y \circ f$ .

Той факт, що  $X$  є об'єктом категорії  $C$ , визначається наступним чином:  $X \in Ob C$ ; а факт, що  $f: X \rightarrow Y$  – морфізм категорії  $C$ , визначається:  $f \in Hom_C(X, Y)$ . При цьому об'єкт  $X$  називається областю визначення (початком) морфізму  $f$  та визначається як  $dom f = X$ , а об'єкт  $Y$  – кообластю (областю значень) морфізму  $f$  та визначається як  $cod f = Y$  [4.16].

ЖЦ проекту екологістичної системи можна представити у вигляді категорії «ЖЦ проекту ЕЛС». Для опису даної категорії необхідно визначитись з відповідними поняттями, представленими в таблиці 4.1.



Таблиця 4.1 – 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

Категорія «ЖЦ проекту ЕЛС» включає:

набір об'єктів  $S_{[t_i:t_{i+1}]}^{j\bar{j}}$  – етапів ЖЦ проекту ЕЛС:

- $P_{[t_0:t_1]}^{11}$  – передінвестиційна фаза проекту (на якій створюється документально оформлений проект);
- $I_{[t_1:t_2]}^{21}$  – інвестиційна фаза (на якій створюється ЕЛС),
- $V_{[t_1:t_2]}^{51}$  етап ревіталізаційної фази (на якому здійснюється ревіталізація наслідків створення ЕЛС);
- $O_{[t_2:t_3]}^{31}$  – етап експлуатаційної фази (на якому здійснюється рух прямого матеріального потоку);
- $V_{[t_2:t_3]}^{52}$  – етап ревіталізаційної фази (на якій здійснюється ревіталізація наслідків руху прямого матеріального потоку);
- $O_{[t_3:t_4]}^{32}$  – етап експлуатаційної фази (на якому здійснюється рух прямого матеріального потоку);
- $R_{[t_3:t_4]}^{41}$  – етап регенеративної фази (на якому здійснюється рух зворотного матеріального потоку);
- $V_{[t_3:t_4]}^{53}$  – етап ревіталізаційної фази (на якій здійснюється ревіталізація наслідків впливу руху прямого та зворотного матеріальних потоків);
- $R_{[t_4:t_5]}^{42}$  – етап регенеративної фази (на якому здійснюється рух зворотного матеріального потоку);

-  $V_{[t_4:t_5]}^{54}$  – етап ревіталізаційної фази (на якій здійснюється ревіталізація наслідків впливу руху зворотного матеріального потоку);

-  $V_{[t_5:t_6]}^{55}$  – етап ревіталізаційної фази (на якій здійснюється ревіталізація наслідків впливу проекту ЕЛС).

*набір послідовних морфізмів – зв'язків між етапами ЖЦ проекту ЕЛС:*

- передінвестиційною  $P_{[t_0:t_1]}^{11}$  та інвестиційною  $I_{[t_1:t_2]}^{21}$  фазами:

$$l_1 : P_{[t_0:t_1]}^{11} \rightarrow I_{[t_1:t_2]}^{21}, l_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0:t_1]}^{11}, I_{[t_1:t_2]}^{21} \right);$$

- інвестиційною  $I_{[t_1:t_2]}^{21}$  фазою та етапом  $O_{[t_2:t_3]}^{31}$  експлуатаційної фази:

$$l_2 : I_{[t_1:t_2]}^{21} \rightarrow O_{[t_2:t_3]}^{31}, l_2 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1:t_2]}^{21}, O_{[t_2:t_3]}^{31} \right);$$

- етапами  $O_{[t_2:t_3]}^{31}$  та  $O_{[t_3:t_4]}^{32}$  експлуатаційної фази:  $l_3 : O_{[t_2:t_3]}^{31} \rightarrow O_{[t_3:t_4]}^{32}$ ,

$$l_3 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_2:t_3]}^{31}, O_{[t_3:t_4]}^{32} \right);$$

- етапом  $O_{[t_2:t_3]}^{31}$  експлуатаційної фази та етапом  $R_{[t_3:t_4]}^{41}$  регенеративної фази:

$$l_4 : O_{[t_2:t_3]}^{31} \rightarrow R_{[t_3:t_4]}^{41}, l_4 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_2:t_3]}^{31}, R_{[t_3:t_4]}^{41} \right);$$

- етапами  $R_{[t_3:t_4]}^{41}$  та  $R_{[t_4:t_5]}^{42}$  регенеративної фази:  $l_5 : R_{[t_3:t_4]}^{41} \rightarrow R_{[t_4:t_5]}^{42}$ ,

$$l_5 \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[t_3:t_4]}^{41}, R_{[t_4:t_5]}^{42} \right);$$

- етапом  $O_{[t_3:t_4]}^{32}$  експлуатаційної фази та етапом  $R_{[t_4:t_5]}^{42}$  регенеративної фази:

$$l_6 : O_{[t_3:t_4]}^{32} \rightarrow R_{[t_4:t_5]}^{42}, l_6 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_3:t_4]}^{32}, R_{[t_4:t_5]}^{42} \right);$$

- передінвестиційною фазою  $P_{[t_0:t_1]}^{11}$  та етапом  $V_{[t_1:t_2]}^{51}$  ревіталізаційної фази:

$$l_7 : P_{[t_0:t_1]}^{11} \rightarrow V_{[t_1:t_2]}^{51}, l_7 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0:t_1]}^{11}, V_{[t_1:t_2]}^{51} \right);$$

- інвестиційною фазою  $I_{[1;2]}^{21}$  та етапом  $V_{[2;3]}^{52}$  ревіталізаційної фази:

$$l_8 : I_{[1;2]}^{21} \rightarrow V_{[2;3]}^{52}, l_8 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[1;2]}^{21}, V_{[2;3]}^{52} \right);$$

- етапом  $O_{[2;3]}^{31}$  експлуатаційної фази та етапом  $V_{[3;4]}^{53}$  ревіталізаційної

$$\text{фази: } l_9 : O_{[2;3]}^{31} \rightarrow V_{[3;4]}^{53}, l_9 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[3;4]}^{53} \right);$$

- етапом  $O_{[3;4]}^{32}$  експлуатаційної фази та етапом  $V_{[4;5]}^{54}$  ревіталізаційної

$$\text{фази: } l_{10} : O_{[3;4]}^{32} \rightarrow V_{[4;5]}^{54}, l_{10} \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[4;5]}^{54} \right);$$

- етапом  $R_{[3;4]}^{41}$  регенеративної фази та етапом  $V_{[4;5]}^{54}$  ревіталізаційної фази:

$$l_{11} : R_{[3;4]}^{41} \rightarrow V_{[4;5]}^{54}, l_{11} \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[4;5]}^{54} \right);$$

- етапом  $R_{[4;5]}^{42}$  регенеративної фази та етапом  $V_{[5;6]}^{55}$  ревіталізаційної фази:

$$l_{12} : R_{[4;5]}^{42} \rightarrow V_{[5;6]}^{55}, l_{12} \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[5;6]}^{55} \right);$$

- етапом  $V_{[1;2]}^{51}$  та етапом  $V_{[2;3]}^{52}$  ревіталізаційної фази:  $l_{13} : V_{[1;2]}^{51} \rightarrow V_{[2;3]}^{52}$ ,

$$l_{13} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[1;2]}^{51}, V_{[2;3]}^{52} \right);$$

- етапом  $V_{[2;3]}^{52}$  та етапом  $V_{[3;4]}^{53}$  ревіталізаційної фази:  $l_{14} : V_{[2;3]}^{52} \rightarrow V_{[3;4]}^{53}$ ,

$$l_{14} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[2;3]}^{52}, V_{[3;4]}^{53} \right);$$

- етапом  $V_{[3;4]}^{53}$  та етапом  $V_{[4;5]}^{54}$  ревіталізаційної фази:  $l_{15} : V_{[3;4]}^{53} \rightarrow V_{[4;5]}^{54}$ ,

$$l_{15} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[3;4]}^{53}, V_{[4;5]}^{54} \right);$$

- етапом  $V_{[4;5]}^{54}$  та етапом  $V_{[5;6]}^{55}$  ревіталізаційної фази:  $l_{16} : V_{[4;5]}^{54} \rightarrow V_{[5;6]}^{55}$ ,

$$l_{16} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[4;5]}^{54}, V_{[5;6]}^{55} \right) \text{ (рис. 4.2).}$$

### ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ПРОЕКТУ

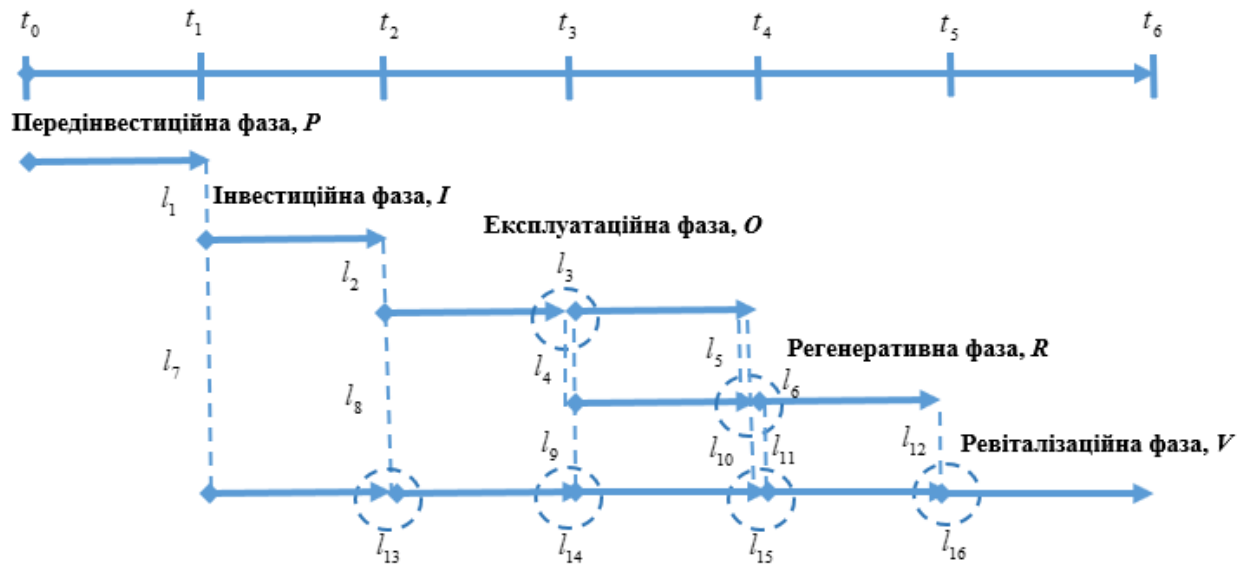


Рисунок 4.2 – Послідовні морфізми категорії «ЖЦ проекту ЕЛС»

набір паралельних морфізмів – зв'язків між етапами ЖЦ проекту ЕЛС:

- інвестиційною  $I_{[t_1:t_2]}^{21}$  фазою та етапом  $V_{[t_1:t_2]}^{51}$  ревіталізаційної фази:

$$h_1 : I_{[t_1:t_2]}^{21} \rightarrow V_{[t_1:t_2]}^{51}, h_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1:t_2]}^{21}, V_{[t_1:t_2]}^{51} \right);$$

- етапом  $O_{[t_2:t_3]}^{31}$  експлуатаційної фази та етапом  $V_{[t_2:t_3]}^{52}$  ревіталізаційної фази:

$$h_2 : O_{[t_2:t_3]}^{31} \rightarrow V_{[t_2:t_3]}^{52}, h_2 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_2:t_3]}^{31}, V_{[t_2:t_3]}^{52} \right);$$

- етапом  $O_{[t_3:t_4]}^{32}$  експлуатаційної фази та етапом  $R_{[t_3:t_4]}^{41}$  регенеративної фази:

$$h_3 : O_{[t_3:t_4]}^{32} \rightarrow R_{[t_3:t_4]}^{41}, h_3 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_3:t_4]}^{32}, R_{[t_3:t_4]}^{41} \right);$$

- етапом  $O_{[t_3:t_4]}^{32}$  експлуатаційної фази та етапом  $V_{[t_3:t_4]}^{53}$  ревіталізаційної фази:

$$h_4 : O_{[t_3:t_4]}^{32} \rightarrow V_{[t_3:t_4]}^{53}, h_4 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_3:t_4]}^{32}, V_{[t_3:t_4]}^{53} \right);$$

- етапом  $R_{[t_3:t_4]}^{41}$  регенеративної фази та етапом  $V_{[t_3:t_4]}^{53}$  ревіталізаційної фази:

$$h_5 : R_{[t_3:t_4]}^{41} \rightarrow V_{[t_3:t_4]}^{53}, h_5 \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[t_3:t_4]}^{41}, V_{[t_3:t_4]}^{53} \right);$$

- етапом  $R_{[t_4:t_5]}^{42}$  регенеративної фази та етапом  $V_{[t_4:t_5]}^{54}$  ревіталізаційної фази:

$$h_6 : R_{[t_4:t_5]}^{42} \rightarrow V_{[t_4:t_5]}^{54}, h_6 \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[t_4:t_5]}^{42}, V_{[t_4:t_5]}^{54} \right) \text{ (рис. 4.3).}$$



Рисунок 4.3 – Паралельні морфізми категорії «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 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Зв'язки між етапами ЖЦ проекту ЕЛС

Об'єкт	Вхідні морфізми	Вихідні морфізми
1	2	3
$P_{[t_0:t_1]}^{11}$	-	$l_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0:t_1]}^{11}, I_{[t_1:t_2]}^{21} \right)$ $l_7 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0:t_1]}^{11}, V_{[t_1:t_2]}^{51} \right)$
$I_{[t_1:t_2]}^{21}$	$l_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0:t_1]}^{11}, I_{[t_1:t_2]}^{21} \right)$	$l_2 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1:t_2]}^{21}, O_{[t_2:t_3]}^{31} \right)$ $l_8 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1:t_2]}^{21}, V_{[t_2:t_3]}^{52} \right)$ $h_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1:t_2]}^{21}, V_{[t_1:t_2]}^{51} \right)$

Продовження табл. 4.2

1	2	3
$O_{[2;3]}^{31}$	$l_2 \in Hom_{LC} \left( I_{[1;2]}^{21}, O_{[2;3]}^{31} \right)$	$l_3 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, O_{[3;4]}^{32} \right)$ $l_4 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, R_{[3;4]}^{41} \right)$ $l_9 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_2 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[2;3]}^{52} \right)$
$O_{[3;4]}^{32}$	$l_3 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, O_{[3;4]}^{32} \right)$	$l_6 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[4;5]}^{42} \right)$ $l_{10} \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $h_3 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[3;4]}^{41} \right)$ $h_4 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[3;4]}^{53} \right)$
$R_{[3;4]}^{41}$	$l_4 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, R_{[3;4]}^{41} \right)$ $h_3 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[3;4]}^{41} \right)$	$l_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, R_{[4;5]}^{42} \right)$ $l_{11} \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $h_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[5;6]}^{54} \right)$
$R_{[4;5]}^{42}$	$l_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, R_{[4;5]}^{42} \right)$ $l_6 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[4;5]}^{42} \right)$	$l_{12} \in Hom_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[5;6]}^{55} \right)$ $h_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_6 \in Hom_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[4;5]}^{54} \right)$
$V_{[1;2]}^{51}$	$l_7 \in Hom_{LC} \left( P_{[0;1]}^{11}, V_{[1;2]}^{51} \right)$ $h_1 \in Hom_{LC} \left( I_{[1;2]}^{21}, V_{[1;2]}^{51} \right)$	$l_{13} \in Hom_{LC} \left( V_{[1;2]}^{51}, V_{[2;3]}^{52} \right)$

Продовження табл. 4.2

1	2	3
$V_{[2;3]}^{52}$	$l_8 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[1;2]}^{21}, V_{[2;3]}^{52} \right)$ $l_{13} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[1;2]}^{51}, V_{[2;3]}^{52} \right)$	$l_{14} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[2;3]}^{52}, V_{[3;4]}^{53} \right)$
$V_{[3;4]}^{53}$	$l_9 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $l_{14} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[2;3]}^{52}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_2 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[2;3]}^{52} \right)$ $h_4 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[3;4]}^{53} \right)$	$l_{15} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[3;4]}^{53}, V_{[4;5]}^{54} \right)$
$V_{[4;5]}^{54}$	$l_{10} \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $l_{11} \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $l_{15} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[3;4]}^{53}, V_{[4;5]}^{54} \right)$	$l_{16} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[4;5]}^{54}, V_{[5;6]}^{55} \right)$
$V_{[5;6]}^{55}$	$l_{12} \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[5;6]}^{55} \right)$ $l_{16} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[4;5]}^{54}, V_{[5;6]}^{55} \right)$ $h_5 \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_6 \in \text{Hom}_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[4;5]}^{54} \right)$	

Графічно категорію «ЖЦ проекту ЕЛС» можна представити наступним чином (рис. 4.4).

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.

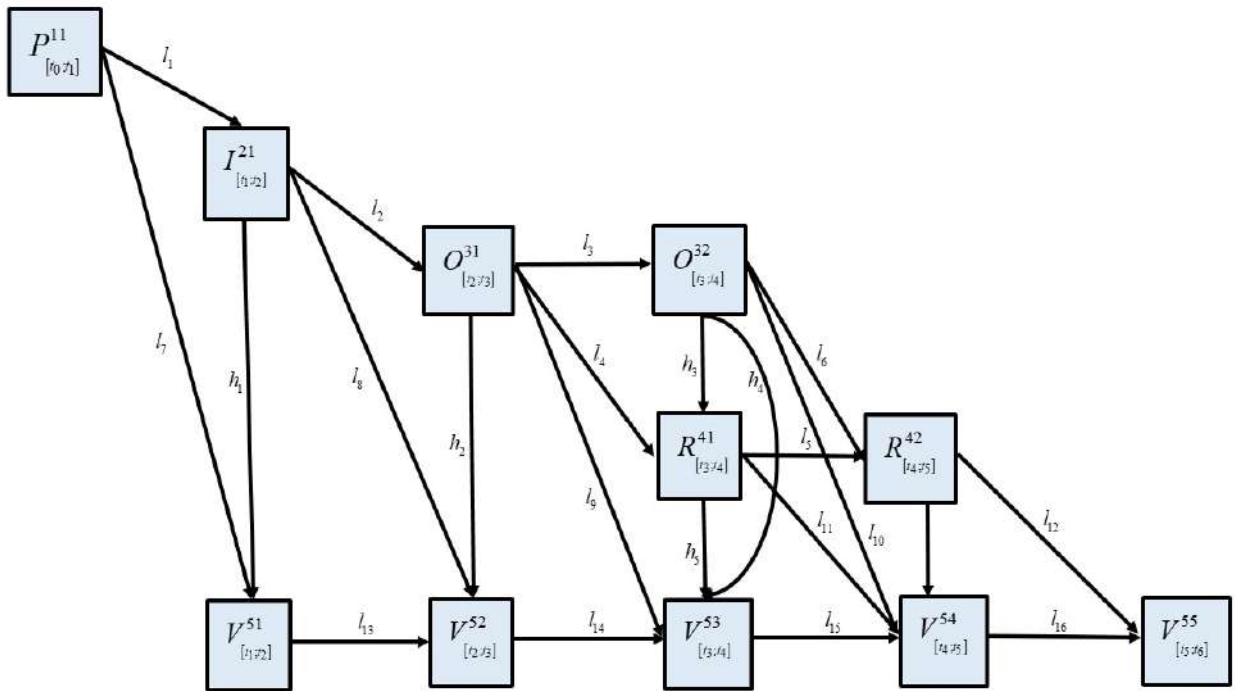


Рисунок 4.4 – Категорія «ЖЦ проекту ЕЛС»

Оскільки ЖЦ проекту має комбіновану структуру та складається з фаз, що мають зв'язки, які є послідовними та такими, що перекриваються, тривалість всього ЖЦ неможливо визначити як суму тривалостей окремих фаз або етапів. В розрахунках необхідно враховувати тривалість часових інтервалів, на протязі яких реалізуються певні етапи проекту

$$T_{LC} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}, \quad (4.1)$$

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

Відповідно до графічної моделі ЖЦ проекту ЕЛС, часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , відповідають етапи різних фаз ЖЦ. Тривалість  $\tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  етапу  $j$  фази  $f$  проекту розраховується за формулою:

$$\tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} = t_{i+1}^{ff} - t_i^{ff}, \quad (4.2)$$



де  $t_i^{ff}$  та  $t_{i+1}^{ff}$  – моменти початку та закінчення етапу  $j, (j = \overline{1; J})$  фази  $f, (i = \overline{1; F})$  відповідно.

Тривалість етапів або фаз ЖЦ проекту не є величиною постійною, вона може змінюватись під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів. Зміна тривалості етапу проекту вплине на термін початку етапів, що пов'язані з даним етапом, визначеними в таблиці 4.2 морфізмами (послідовними та паралельними). Наприклад, зміна тривалості  $\tau_{[2;3]}^{31}$  етапу-домену  $O_{[2;3]}^{31}$  вплине на тривалість  $\tau_{[3;4]}^{32}, \tau_{[3;4]}^{41}, \tau_{[3;4]}^{53}, \tau_{[2;3]}^{52}$  етапів-кодоменів, що виконуються послідовно після даного етапу  $O_{[3;4]}^{32}, R_{[3;4]}^{41}, V_{[3;4]}^{53}$  та етапу-домену  $V_{[2;3]}^{52}$ , який здійснюється одночасно з даним етапом. Такі зміни відповідають

$$\begin{aligned} \text{морфізмам} \quad l_3 &\in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, O_{[3;4]}^{32} \right), & l_4 &\in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, R_{[3;4]}^{41} \right), \\ l_9 &\in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[3;4]}^{53} \right), & h_2 &\in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[2;3]}^{52} \right). \end{aligned}$$

Крім того, тривалість етапу-кодомену може змінюватись самостійно, незалежно від тривалості пов'язаних з ним морфізмами етапів-доменів, у відповідності зі зовнішніми та внутрішніми умовами проекту.

Зміна тривалості  $\tau_{[i;i+1]}^{ff}$  етапу  $j$  фази  $f$  ЖЦ визначається різницею між запланованим та фактичним значеннями тривалості етапу

$$\Delta \tau_{[i;i+1]}^{ff} = \tau_{[i;i+1]}^{ff-fact} - \tau_{[i;i+1]}^{ff-plan}, \quad (4.3)$$

де  $\tau_{[i;i+1]}^{ff-fact}$  та  $\tau_{[i;i+1]}^{ff-plan}$  – фактична та планова тривалості етапу  $j, (j = \overline{1; J})$  фази  $f, (i = \overline{1; F})$  ЖЦ відповідно.

Залежності між часовими характеристиками етапів ЖЦ проекту ЕЛС представлені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Часові характеристики етапів ЖЦ проекту

Етап ЖЦ проекту	Планова тривалість етапу	Зміна тривалості етапу	Фактична тривалість етапу
$P_{[t_0;t_1]}^{11}$	$\tau_{[t_0;t_1]}^{11-plan}$	$\Delta \tau_{[t_0;t_1]}^{11}$	$\tau_{[t_0;t_1]}^{11-fact} = \tau_{[t_0;t_1]}^{11-plan} + \Delta \tau_{[t_0;t_1]}^{11}$
$I_{[t_1;t_2]}^{21}$	$\tau_{[t_1;t_2]}^{21-plan}$	$\Delta \tau_{[t_1;t_2]}^{21}$	$\tau_{[t_1;t_2]}^{21-fact} = \tau_{[t_1;t_2]}^{21-plan} + \Delta \tau_{[t_1;t_2]}^{21}$
$O_{[t_2;t_3]}^{31}$	$\tau_{[t_2;t_3]}^{31-plan}$	$\Delta \tau_{[t_2;t_3]}^{31}$	$\tau_{[t_2;t_3]}^{31-fact} = \tau_{[t_2;t_3]}^{31-plan} + \Delta \tau_{[t_2;t_3]}^{31}$
$O_{[t_3;t_4]}^{32}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{32-plan}$	$\Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{32}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{32-fact} = \tau_{[t_3;t_4]}^{32-plan} + \Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{32}$
$R_{[t_3;t_4]}^{41}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{41-plan}$	$\Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{41}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{41-fact} = \tau_{[t_3;t_4]}^{41-plan} + \Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{41}$
$R_{[t_4;t_5]}^{42}$	$\tau_{[t_4;t_5]}^{42-plan}$	$\Delta \tau_{[t_4;t_5]}^{42}$	$\tau_{[t_4;t_5]}^{42-fact} = \tau_{[t_4;t_5]}^{42-plan} + \Delta \tau_{[t_4;t_5]}^{42}$
$V_{[t_1;t_2]}^{51}$	$\tau_{[t_1;t_2]}^{51-plan}$	$\Delta \tau_{[t_1;t_2]}^{51}$	$\tau_{[t_1;t_2]}^{51-fact} = \tau_{[t_1;t_2]}^{51-plan} + \Delta \tau_{[t_1;t_2]}^{51}$
$V_{[t_2;t_3]}^{52}$	$\tau_{[t_2;t_3]}^{52-plan}$	$\Delta \tau_{[t_2;t_3]}^{52}$	$\tau_{[t_2;t_3]}^{52-fact} = \tau_{[t_2;t_3]}^{52-plan} + \Delta \tau_{[t_2;t_3]}^{52}$
$V_{[t_3;t_4]}^{53}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{53-plan}$	$\Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{53}$	$\tau_{[t_3;t_4]}^{53-fact} = \tau_{[t_3;t_4]}^{53-plan} + \Delta \tau_{[t_3;t_4]}^{53}$
$V_{[t_4;t_5]}^{54}$	$\tau_{[t_4;t_5]}^{54-plan}$	$\Delta \tau_{[t_4;t_5]}^{54}$	$\tau_{[t_4;t_5]}^{54-fact} = \tau_{[t_4;t_5]}^{54-plan} + \Delta \tau_{[t_4;t_5]}^{54}$
$V_{[t_5;t_6]}^{55}$	$\tau_{[t_5;t_6]}^{55-plan}$	$\Delta \tau_{[t_5;t_6]}^{55}$	$\tau_{[t_5;t_6]}^{55-fact} = \tau_{[t_5;t_6]}^{55-plan} + \Delta \tau_{[t_5;t_6]}^{55}$

Існують наступні варіанти визначення зміни тривалості етапу ЖЦ проекту:

$$\Delta \tau_{[t_i;t_{i+1}]}^{fi} > 0 \text{ – тривалість етапу збільшилась,}$$

$$\Delta \tau_{[t_i;t_{i+1}]}^{fi} < 0 \text{ – тривалість етапу зменшилась,}$$

$\Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = 0$  – тривалість етапу не змінилась [4.14].

Тривалість етапів  $\tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  впливає на тривалість відповідних інтервалів  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}$ , а тривалість інтервалів  $\theta_{[t_i; t_{i+1}]}$  впливає на загальну тривалість ЖЦ проекту як запланованого  $T_{LC}^{plan}$  на передінвестиційній фазі при розробці проекту, так і фактичного  $T_{LC}^{fact}$ , який визначиться в процесі реалізації проекту

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}, \quad (4.4)$$

$$T_{LC}^{plan} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan}. \quad (4.5)$$

Зміни в тривалості ЖЦ проекту *ЕЛС* визначаються формулою:

$$\Delta T_{LC} = T_{LC}^{fact} - T_{LC}^{plan}. \quad (4.6)$$

Управління ЖЦ проекту полягає у зменшенні різниці між запланованим та фактичним значеннями тривалості ЖЦ

$$\Delta T_{LC} = (T_{LC}^{fact} - T_{LC}^{plan}) \rightarrow \min. \quad (4.7)$$

Можливі варіанти дотримання строків завершення проекту *ЕЛС*:

1. Тривалість ЖЦ проекту може змінюватись, термін закінчення проекту не є строго визначеним. Тоді зміни у тривалості окремих фаз позначаються на фактичній загальній тривалості ЖЦ проекту  $T_{LC}^{fact}$ .

2. Тривалість ЖЦ  $T_{LC}^{plan}$  є визначеною, проект повинен бути завершений у строго визначений термін. В цьому разі у випадку зміни тривалості попередньої фази, повинна змінюватись тривалість наступної фази або наступних фаз для збереження загальної тривалості ЖЦ проекту (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Варіанти тривалості ЖЦ проекту ЕЛС

Часова характеристика проекту	Стан характеристик	
	Варіант 1	Варіант 2
Плановий термін завершення проекту, $T_{LC}^{plan}$	$T_{LC}^{plan} \neq const$	$T_{LC}^{plan} = const$
Фактичний термін завершення проекту, $T_{LC}^{fact}$	$T_{LC}^{fact} \neq T_{LC}^{plan}$	$T_{LC}^{fact} = T_{LC}^{plan}$

*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 ЖЦ, які впливатимуть 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

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact}. \quad (4.8)$$

В даному випадку, якщо  $\Delta \tau_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \neq 0$  та  $\sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} > 0$ , обов'язкові компенсаційні дії. 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, а фактична тривалість ЖЦ відповідала запланованому значенню

$$\sum_{i=0}^{I-1} \Delta \theta_{[t_i; t_{i+1}]} = 0, \quad (4.9)$$

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i; t_{i+1}]}^{plan}. \quad (4.10)$$

Для вирішення поставленого завдання необхідно коригувати тривалість етапів, що є кодоменами в послідовних та паралельних морфізмах (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Коригування тривалості етапів ЖЦ проекту ЕЛС

Часовий інтервал	Об'єкт - домен	Зміна тривалості етапу об'єкту-домену	Вихідні морфізми	Компенсаційні зміни тривалості етапу об'єкту-кодомену
1	2	3	4	5
$[t_0; t_1]$	$P_{[t_0; t_1]}^{11}$	$\Delta \tau_{[t_0; t_1]}^{11}$	$l_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0; t_1]}^{11}, I_{[t_1; t_2]}^{21} \right)$ $l_7 \in \text{Hom}_{LC} \left( P_{[t_0; t_1]}^{11}, V_{[t_1; t_2]}^{51} \right)$	$\Delta c_{[t_1; t_2]}^{21}$ $\Delta c_{[t_1; t_2]}^{51}$
$[t_1; t_2]$	$I_{[t_1; t_2]}^{21}$	$\Delta \tau_{[t_1; t_2]}^{21}$	$l_2 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1; t_2]}^{21}, O_{[t_2; t_3]}^{31} \right)$ $l_8 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1; t_2]}^{21}, V_{[t_2; t_3]}^{52} \right)$ $h_1 \in \text{Hom}_{LC} \left( I_{[t_1; t_2]}^{21}, V_{[t_1; t_2]}^{51} \right)$	$\Delta c_{[t_2; t_3]}^{31}$ $\Delta c_{[t_2; t_3]}^{52}$ $\Delta c_{[t_1; t_2]}^{51}$
	$V_{[t_1; t_2]}^{51}$	$\Delta \tau_{[t_1; t_2]}^{51}$	$l_{13} \in \text{Hom}_{LC} \left( V_{[t_1; t_2]}^{51}, V_{[t_2; t_3]}^{52} \right)$	$\Delta c_{[t_2; t_3]}^{52}$
$[t_2; t_3]$	$O_{[t_2; t_3]}^{31}$	$\Delta \tau_{[t_2; t_3]}^{31}$	$l_3 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_2; t_3]}^{31}, O_{[t_3; t_4]}^{32} \right)$ $l_4 \in \text{Hom}_{LC} \left( O_{[t_2; t_3]}^{31}, R_{[t_3; t_4]}^{41} \right)$	$\Delta c_{[t_3; t_4]}^{32}$ $\Delta c_{[t_3; t_4]}^{41}$

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5
			$l_9 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_2 \in Hom_{LC} \left( O_{[2;3]}^{31}, V_{[2;3]}^{52} \right)$	$\Delta c_{[3;4]}^{53}$ $\Delta c_{[2;3]}^{52}$
	$V_{[2;3]}^{52}$	$\Delta \tau_{[2;3]}^{52}$	$l_{14} \in Hom_{LC} \left( V_{[2;3]}^{52}, V_{[3;4]}^{53} \right)$	$\Delta c_{[3;4]}^{53}$
$[t_3; t_4]$	$O_{[3;4]}^{32}$	$\Delta \tau_{[3;4]}^{32}$	$l_6 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[4;5]}^{42} \right)$ $l_{10} \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $h_3 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, R_{[3;4]}^{41} \right)$ $h_4 \in Hom_{LC} \left( O_{[3;4]}^{32}, V_{[3;4]}^{53} \right)$	$\Delta c_{[4;5]}^{42}$ $\Delta c_{[4;5]}^{54}$ $\Delta c_{[3;4]}^{41}$ $\Delta c_{[3;4]}^{53}$
	$R_{[3;4]}^{41}$	$\Delta \tau_{[3;4]}^{41}$	$l_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, R_{[4;5]}^{42} \right)$ $l_{11} \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[4;5]}^{54} \right)$ $h_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[5;6]}^{55} \right)$	$\Delta c_{[4;5]}^{42}$ $\Delta c_{[4;5]}^{54}$ $\Delta c_{[5;6]}^{55}$
	$V_{[3;4]}^{53}$	$\Delta \tau_{[3;4]}^{53}$	$l_{15} \in Hom_{LC} \left( V_{[3;4]}^{53}, V_{[4;5]}^{54} \right)$	$\Delta c_{[4;5]}^{54}$
$[t_4; t_5]$	$R_{[4;5]}^{42}$	$\Delta \tau_{[4;5]}^{42}$	$l_{12} \in Hom_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[5;6]}^{55} \right)$ $h_5 \in Hom_{LC} \left( R_{[3;4]}^{41}, V_{[3;4]}^{53} \right)$ $h_6 \in Hom_{LC} \left( R_{[4;5]}^{42}, V_{[4;5]}^{54} \right)$	$\Delta c_{[5;6]}^{55}$ $\Delta c_{[3;4]}^{53}$ $\Delta c_{[4;5]}^{54}$
	$V_{[4;5]}^{54}$	$\Delta \tau_{[4;5]}^{54}$	$l_{16} \in Hom_{LC} \left( V_{[4;5]}^{54}, V_{[5;6]}^{55} \right)$	$\Delta c_{[5;6]}^{55}$
$[t_5; t_6]$	$V_{[5;6]}^{55}$	$\Delta \tau_{[5;6]}^{55}$	-	-

Таким чином, компенсація  $\Delta c_{[i;i+1]}^{fj}$  дозволяє уникнути або мінімізувати зміни  $\Delta \tau_{[i;i+1]}^{fj}$ , що виникли у тривалості попередніх етапів ЖЦ проекту, та корегувати загальну тривалість ЖЦ проекту.

Фактична тривалість  $\theta_{[t_i;t_{i+1}]}$  часового інтервалу залежить від тривалості  $\tau_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$  всіх етапів, що протікають на протязі часового інтервалу  $[t_i;t_{i+1}]$ , а визначається тривалістю домінуючого об'єкту в паралельних морфізмах. Наприклад, на протязі часового інтервалу  $[t_3;t_4]$  здійснюються три етапи  $O_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,  $R_{[t_3;t_4]}^{41}$ ,  $V_{[t_3;t_4]}^{53}$  експлуатаційної, регенеративної та ревіталізаційної фаз відповідно, але визначальною є тривалість етапу експлуатаційної фази, як визначено відповідними морфізмами. Отже, зміна тривалості часового інтервалу має аналогічну залежність

$$\Delta\theta_{[t_i;t_{i+1}]}^{fact} = dom\left\{\Delta\tau_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}\right\}. \quad (4.11)$$

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

$$\Delta\theta_{[t_i;t_{i+1}]}^{cor} = dom\left\{\Delta c_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}\right\}. \quad (4.12)$$

Врахування цих змін дозволяє вплинути на фактичну тривалість ЖЦ проекту  $E_{LC}$ , яка розраховується за формулою

$$T_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \theta_{[t_i;t_{i+1}]}^{plan} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta\theta_{[t_i;t_{i+1}]}^{fact} + \sum_{i=0}^{I-1} \Delta\theta_{[t_i;t_{i+1}]}^{cor}. \quad (4.13)$$

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  $\Delta T_{LC} \rightarrow \min$ .

Формування часових параметрів проекту дозволяє в подальшому дослідженні визначити їх вплив на грошові характеристики проекту *ЕЛС*.

#### 4.2 Формування грошових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи

*ЖЦ* проекта *ЕЛС* характеризується грошовими параметрами. Основними грошовими показниками є потоки грошових коштів проекту  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}$ , ( $f = \overline{1;F}$ ), ( $j = \overline{1;J}$ ), ( $i = \overline{1;I-1}$ ), що 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 проекту.

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. 4.6).

Таблиця 4.6 – Результати етапів *ЖЦ* проекту *ЕЛС*

Часовий інтервал	Етап фази <i>ЖЦ</i> проекту <i>ЕЛС</i>	Проміжний результат – продукт фази (етапу) проекту
1	2	3
$[t_0;t_1]$	передінвестиційна фаза, $P_{[t_0;t_1]}^{11}$	документально оформлений проект <i>ЕЛС</i> , $PD_{[t_0;t_1]}^{11}$
$[t_1;t_2]$	інвестиційна фаза, $I_{[t_1;t_2]}^{21}$	<i>ЕЛС</i> , $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_1;t_2]}^{51}$	ревіталізація наслідків створення <i>ЕЛС</i> , $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$



Продовження табл. 4.6

1	2	3
$[t_2; t_3]$	етап експлуатаційної фази, $O_{[t_2; t_3]}^{31}$	$ЕЛП$ (прямий матеріальний потік), $DMF_{[t_2; t_3]}^{31}$
	етап ревіталізаційної фази, $V_{[t_2; t_3]}^{52}$	ревіталізація наслідків $ЕЛП$ (прямого матеріального потоку), $RV_{[t_2; t_3]}^{52}$
$[t_3; t_4]$	етап експлуатаційної фази, $O_{[t_3; t_4]}^{32}$	$ЕЛП$ (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 $ЕЛП$ (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 $ЕЛС$ , $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$

Отже, для характеристики грошових параметрів ЖЦ проекту  $ЕЛС$  формуються наступні множини:

– множина фаз ЖЦ проекту

$$C^f = \{P; I; O; R; V\};$$

– множина часових інтервалів ЖЦ проекту

$$TI^i = \{[t_0; t_1]; [t_1; t_2]; [t_2; t_3]; [t_3; t_4]; [t_4; t_5]; [t_5; t_6]\};$$

– множина етапів фаз ЖЦ проекту

$$S^{fj} = \left\{ P^{11}_{[t_0;t_1]}; I^{21}_{[t_1;t_2]}; O^{31}_{[t_2;t_3]}; O^{32}_{[t_3;t_4]}; R^{41}_{[t_3;t_4]}; R^{42}_{[t_4;t_5]}; V^{51}_{[t_1;t_2]}; V^{52}_{[t_2;t_3]}; V^{53}_{[t_3;t_4]}; V^{54}_{[t_4;t_5]}; V^{55}_{[t_5;t_6]} \right\};$$

– множина проміжних результатів – продуктів проекту

$$R^{fj} = \left\{ PD^{11}_{[t_0;t_1]}; ELS^{21}_{[t_1;t_2]}; DMF^{31}_{[t_2;t_3]}; DMF^{32}_{[t_3;t_4]}; RMF^{41}_{[t_3;t_4]}; RMF^{42}_{[t_4;t_5]}; \right. \\ \left. RV^{51}_{[t_1;t_2]}; RV^{52}_{[t_2;t_3]}; RV^{53}_{[t_3;t_4]}; RV^{54}_{[t_4;t_5]}; RV^{55}_{[t_5;t_6]} \right\};$$

– множина потоків грошових коштів, що генеруються продуктами проекту,

$$CF^{fj} = \left\{ CF^{11}_{[t_0;t_1]}; CF^{21}_{[t_1;t_2]}; CF^{31}_{[t_2;t_3]}; CF^{32}_{[t_3;t_4]}; CF^{41}_{[t_3;t_4]}; CF^{42}_{[t_4;t_5]}; CF^{51}_{[t_1;t_2]}; CF^{52}_{[t_2;t_3]}; CF^{53}_{[t_3;t_4]}; CF^{54}_{[t_4;t_5]}; CF^{55}_{[t_5;t_6]} \right\}.$$

Потоки грошових коштів  $CF^{fj}_{[t_i;t_{i+1}]}$  різняться на протязі ЖЦ та приймають позитивні та негативні значення в залежності від етапу проекту (рис. 4.5) [4.17].

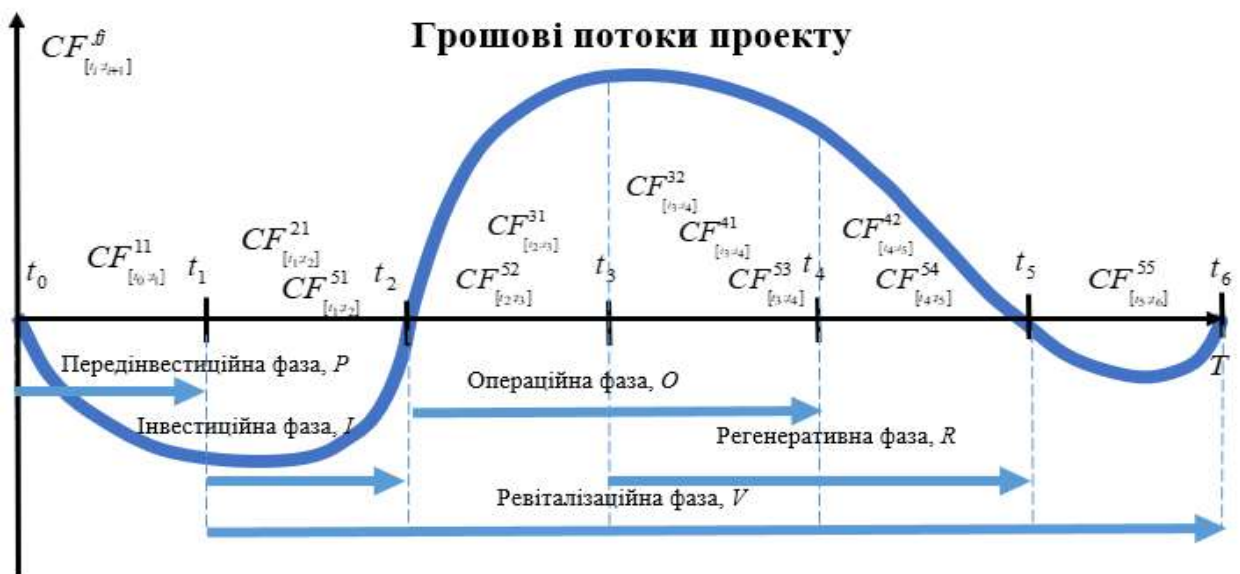


Рисунок 4.5 – Потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту ЕЛС

Відмінною рисою проектів *ЕЛС* є наявність додаткових еколого-орієнтованих фаз *ЖЦ*: регенеративної та ревіталізаційної. Додавання цих фаз до *ЖЦ* вносить певні зміни у формування грошових потоків проекту – збільшується кількість фаз, на яких формуються притоки грошових коштів за рахунок регенеративної фази, та збільшується кількість фаз, на протязі яких утворюються відтоки грошових коштів за рахунок регенеративної та ревіталізаційної фази (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Грошові потоки етапів *ЖЦ* проекту *ЕЛС*

Часовий інтервал	Етап фази <i>ЖЦ</i> проекту <i>ЕЛС</i>	Продукт фази (етапу) проекту	Потоки грошових коштів	Значення	
				притоків грошових коштів	відтоків грошових коштів
$[t_0; t_1]$	$P_{[t_0; t_1]}^{11}$	$PD_{[t_0; t_1]}^{11}$	$CF_{[t_0; t_1]}^{11}$	$IF_{[t_0; t_1]}^{11} = 0$	$OF_{[t_0; t_1]}^{11} < 0$
$[t_1; t_2]$	$I_{[t_1; t_2]}^{21}$	$ELS_{[t_1; t_2]}^{21}$	$CF_{[t_1; t_2]}^{21}$	$IF_{[t_1; t_2]}^{21} = 0$	$OF_{[t_1; t_2]}^{21} < 0$
	$V_{[t_1; t_2]}^{51}$	$RV_{[t_1; t_2]}^{51}$	$CF_{[t_1; t_2]}^{51}$	$IF_{[t_1; t_2]}^{51} = 0$	$OF_{[t_1; t_2]}^{51} < 0$
$[t_2; t_3]$	$O_{[t_2; t_3]}^{31}$	$DMF_{[t_2; t_3]}^{31}$	$CF_{[t_2; t_3]}^{31}$	$IF_{[t_2; t_3]}^{31} > 0$	$OF_{[t_2; t_3]}^{31} < 0$
	$V_{[t_2; t_3]}^{52}$	$RV_{[t_2; t_3]}^{52}$	$CF_{[t_2; t_3]}^{52}$	$IF_{[t_2; t_3]}^{52} = 0$	$OF_{[t_2; t_3]}^{52} < 0$
$[t_3; t_4]$	$O_{[t_3; t_4]}^{32}$	$DMF_{[t_3; t_4]}^{32}$	$CF_{[t_3; t_4]}^{32}$	$IF_{[t_3; t_4]}^{32} > 0$	$OF_{[t_3; t_4]}^{32} < 0$
	$R_{[t_3; t_4]}^{41}$	$RMF_{[t_3; t_4]}^{41}$	$CF_{[t_3; t_4]}^{41}$	$IF_{[t_3; t_4]}^{41} > 0$	$OF_{[t_3; t_4]}^{41} < 0$
	$V_{[t_3; t_4]}^{53}$	$RV_{[t_3; t_4]}^{53}$	$CF_{[t_3; t_4]}^{53}$	$IF_{[t_3; t_4]}^{53} = 0$	$OF_{[t_3; t_4]}^{53} < 0$
$[t_4; t_5]$	$R_{[t_4; t_5]}^{42}$	$RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$	$CF_{[t_4; t_5]}^{42}$	$IF_{[t_4; t_5]}^{42} > 0$	$OF_{[t_4; t_5]}^{42} < 0$
	$V_{[t_4; t_5]}^{54}$	$RV_{[t_4; t_5]}^{54}$	$CF_{[t_4; t_5]}^{54}$	$IF_{[t_4; t_5]}^{54} = 0$	$OF_{[t_4; t_5]}^{54} < 0$
$[t_5; t_6]$	$V_{[t_5; t_6]}^{55}$	$RV_{[t_5; t_6]}^{55}$	$CF_{[t_5; t_6]}^{56}$	$IF_{[t_5; t_6]}^{56} = 0$	$OF_{[t_5; t_6]}^{56} < 0$

Для кожного часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ можна розрахувати значення потоків грошових коштів (табл. 4.8) [4.18].

Таблиця 4.8 – Формули для розрахунку потоків грошових коштів проекту ЕЛС

Часовий інтервал	Формула для розрахунку потоків грошових коштів	Номер формули
$[t_0; t_1]$	$CF_{[t_0; t_1]} = CF_{[t_0; t_1]}^{11} = \int_0^1 cf(t)dt = \int_0^1 if(t)dt + \int_0^1 of(t)dt$	(4.14)
$[t_1; t_2]$	$CF_{[t_1; t_2]} = CF_{[t_1; t_2]}^{21} + CF_{[t_1; t_2]}^{51} = \int_1^2 cf^{21}(t)dt + \int_1^2 cf^{51}(t)dt =$ $= \int_1^2 if^{21}(t)dt + \int_1^2 of^{21}(t)dt + \int_1^2 if^{51}(t)dt + \int_1^2 of^{51}(t)dt$	(4.15)
$[t_2; t_3]$	$CF_{[t_2; t_3]} = CF_{[t_2; t_3]}^{31} + CF_{[t_2; t_3]}^{52} = \int_2^3 cf^{31}(t)dt + \int_2^3 cf^{52}(t)dt =$ $= \int_2^3 if^{31}(t)dt + \int_2^3 of^{31}(t)dt + \int_2^3 if^{52}(t)dt + \int_2^3 of^{52}(t)dt$	(4.16)
$[t_3; t_4]$	$CF_{[t_3; t_4]} = CF_{[t_3; t_4]}^{32} + CF_{[t_3; t_4]}^{41} + CF_{[t_3; t_4]}^{53} = \int_3^4 cf^{32}(t)dt +$ $+ \int_3^4 cf^{41}(t)dt + \int_3^4 cf^{53}(t)dt = \int_3^4 if^{32}(t)dt + \int_3^4 of^{32}(t)dt +$ $+ \int_3^4 of^{41}(t)dt + \int_3^4 of^{41}(t)dt + \int_3^4 if^{53}(t)dt + \int_3^4 of^{53}(t)dt$	(4.17)
$[t_4; t_5]$	$CF_{[t_4; t_5]} = CF_{[t_4; t_5]}^{42} + CF_{[t_4; t_5]}^{54} = \int_4^5 cf^{42}(t)dt + \int_4^5 cf^{54}(t)dt =$ $= \int_4^5 if^{42}(t)dt + \int_4^5 of^{42}(t)dt + \int_4^5 if^{54}(t)dt + \int_4^5 of^{54}(t)dt$	(4.18)
$[t_5; t_6]$	$CF_{[t_5; t_6]} = CF_{[t_5; t_6]}^{56} = \int_5^6 cf^{56}(t)dt = \int_5^6 if^{56}(t)dt + \int_5^6 of^{56}(t)dt$	(4.19)

При цьому необхідно враховувати потоки грошових коштів, що генеруються при створенні продуктів фаз проекту на певних часових інтервалах, як представлено в формулі

$$CF_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t)dt, \quad (4.20)$$

де  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів на протязі  $[t_i; t_{i+1}]$ ;

$\int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі  $[t_i; t_{i+1}]$ .

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

$$CF_{LC} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \int_{t_i}^{t_{I-1}} if(t)dt + \int_{t_i}^{t_{I-1}} of(t)dt, \quad (4.21)$$

де  $\int_{t_i}^{t_{I-1}} if(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту;

$\int_{t_i}^{t_{I-1}} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту.

Вихідні потоки грошових коштів мають значення, що не дорівнюють нулю, на протязі всіх часових інтервалів ЖЦ проекту. На відміну від них, вхідні потоки грошових коштів генеруються лише на протязі експлуатаційної та регенеративної фаз проекту. В такому випадку, загальне значення потоку грошових коштів, які заплановано отримати на протязі ЖЦ проекту, визначається як сума вхідних та вихідних потоків грошових коштів на певних часових інтервалах проекту та розраховується за формулою

$$CF_{LC}^{plan} = IF_{LC}^{plan} + OF_{LC}^{plan}, \quad (4.22)$$

де  $IF_{LC}^{plan}$  та  $OF_{LC}^{plan}$  – заплановані значення вхідних та вихідних потоків грошових коштів відповідно,  $IF_{LC}^{plan} \geq 0$  та  $OF_{LC}^{plan} < 0$ .

Заплановані значення вартісних показників ЖЦ проекту ЕЛС розраховуються за формулами:

– вхідні потоки грошових коштів

$$IF_{LC}^{plan} = \int_{t_2}^{t_5} if(t)dt = \int_{t_2}^{t_3} if(t)dt + \int_{t_3}^{t_4} if(t)dt + \int_{t_4}^{t_5} if(t)dt, \quad (4.23)$$

– вихідні потоки грошових коштів

$$OF_{LC}^{plan} = \int_{t_0}^{t_6} of(t)dt = \int_{t_0}^{t_1} of(t)dt + \int_{t_1}^{t_2} of(t)dt + \int_{t_2}^{t_3} of(t)dt + \int_{t_3}^{t_4} of(t)dt + \int_{t_4}^{t_5} of(t)dt + \int_{t_5}^{t_6} of(t)dt. \quad (4.24)$$

Тривалість етапів та фаз ЖЦ проекту ЕЛС може змінюватись під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів. В залежності від вибору варіанту управління вартістю ЖЦ проекту, визначаються вартісні параметри проекту (табл. 4.9) [4.17].

*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  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{\dot{f}}$  та часових інтервалів  $CF_{[t'_i; t'_{i+1}]}$ .

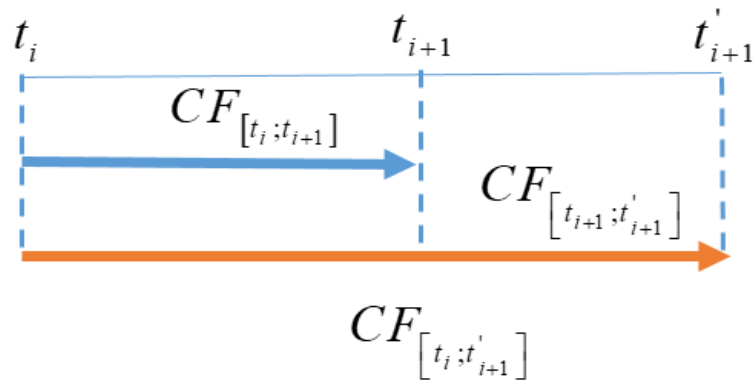


Рисунок 4.6 – Грошові потоки при нестрого визначеній тривалості ЖЦ проекту ЕЛС

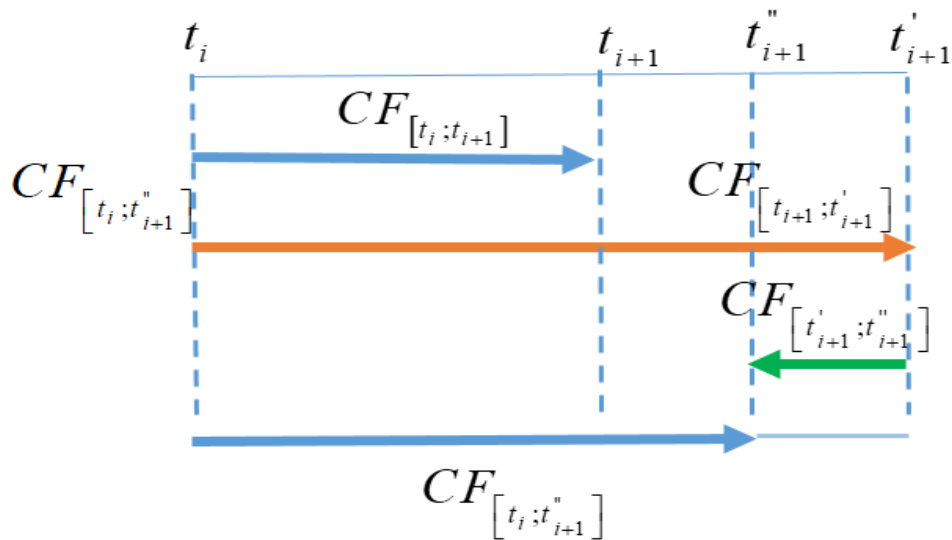


Рисунок 4.7 – Грошові потоки при строго визначеній тривалості ЖЦ проекту ЕЛС

На часовому інтервалі  $[t_{i+1}; t'_{i+1}]$  генеруються вхідні  $IF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]}$  та вихідні  $OF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]}$  потоки грошових коштів, які створюють додатковий незапланований грошовий потік  $CF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]}$

$$CF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_{i+1}; t'_{i+1}]}^{f,j} = \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} if(t)dt + \int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} of(t)dt, \quad (4.25)$$

де  $\int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} if(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів на протязі  $[t_{i+1}; t'_{i+1}]$ ;

$\int_{t_{i+1}}^{t'_{i+1}} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі  $[t_{i+1}; t'_{i+1}]$ .

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

$$CF_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t'_i; t'_{i+1}]}^{fj} = \int_{t'_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt + \int_{t'_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt, \quad (4.26)$$

де  $\int_{t'_i}^{t'_{i-1}} if(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту;

$\int_{t'_i}^{t'_{i-1}} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту.

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

Вирішується завдання стабілізації тривалості ЖЦ шляхом вжиття заходів щодо компенсації змін тривалостей етапів ЖЦ, що в свою чергу впливає на зміну тривалостей часових інтервалів, яким відповідають дані етапи. На реалізацію заходів щодо повернення тривалості запланованого часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  з фактичного  $[t_i; t'_{i+1}]$  до зкоригованого  $[t_i; t''_{i+1}]$  необхідно витрати певні грошові кошти, які визначаються як сума коштів, витрачених на коригування тривалостей кожного з етапів проекту, що реалізуються на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$



$$CF_{[t_{i+1}''; t_{i+1}']}^{cor} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_{i+1}''; t_{i+1}']}^{fj} = \int_{t_{i+1}''}^{t_{i+1}'} of(t) dt, \quad (4.27)$$

де  $\int_{t_{i+1}''}^{t_{i+1}'} of(t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі  $[t_{i+1}''; t_{i+1}']$ .

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

$$CF_{[t_i; t_{i+1}']}^{fact} = \int_{t_i}^{t_{i+1}} cf(t) dt + \int_{t_{i+1}}^{t_{i+1}''} cf(t) dt + \int_{t_{i+1}''}^{t_{i+1}'} cf(t) dt = \int_{t_i}^{t_{i+1}} if(t) dt + \int_{t_i}^{t_{i+1}} of(t) dt + \int_{t_{i+1}}^{t_{i+1}''} if(t) dt + \int_{t_{i+1}''}^{t_{i+1}'} of(t) dt, \quad (4.28)$$

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 ситуаційних 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  $[t_i''; t_{i+1}']$ .

Загальна сума грошових коштів на протязі всього ЖЦ проекту ЕЛС розраховується за формулою

$$CF_{LC}^{fact} = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[t_i^"; t_{i+1}^"]}^{fj} = \int_{t_i^"}^{t_{I-1}^"} if(t)dt + \int_{t_i^"}^{t_{I-1}^"} of(t)dt, \quad (4.29)$$

де  $\int_{t_i^"}^{t_{I-1}^"} if(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту;

$\int_{t_i^"}^{t_{I-1}^"} of(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на протязі ЖЦ проекту.

Отримані результати відображають залежність між часовими та грошовими параметрами проекту *ЕЛС*. Наявність даної залежності дозволяє розробити механізм формування грошових характеристик проекту, що враховує два варіанти визначення тривалості ЖЦ проекту. В залежності від можливості впливати на тривалість ЖЦ проекту *ЕЛС* передбачається застосування ситуативних або компенсаційних змін тривалості часових етапів, що вплине на значення потоків грошових коштів проекту. Застосування представлених розрахункових формул дозволяє визначити потоки грошових коштів для етапів, часових інтервалів та всього ЖЦ для варіантів строго на нестроого визначення тривалості ЖЦ проекту *ЕЛС*.

### 4.3 Оцінка ефективності проекту екологістичної системи

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

Оскільки моделювання потоків грошових коштів проекту здійснюється на передінвестиційній фазі, коли точно спрогнозувати їх значення доволі складно, приймемо, що 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

$$CF_{[t_2;t_3]} = CF_{[t_3;t_4]} = CF_{[t_4;t_5]} = CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{const}, \quad (i = \overline{2;4}). \quad (4.30)$$

$DPP$  відповідає моменту часу, коли чиста сучасна вартість проекту,  $NPV$  дорівнює нулю, тобто за формулою

$$-I_0 + \sum_{i=1}^T CF_i \cdot q^i = 0, \quad (4.31)$$

де  $I_0$  – первісні інвестиції в проект,

$q = \frac{1}{1+r}$  – коефіцієнт дисконтування,

$r$  – ставка дисконтування.

Відповідно до [4.19], для розрахунку  $DPP$  при постійних значеннях потоків грошових коштів застосовується формула

$$DPP = \log_q \left[ 1 - \frac{I_0(1-q)}{CF_{const} \cdot q} \right], \quad (4.32)$$

де  $CF_{const}$  – постійні потоки грошових коштів в проекті.

Виведемо формулу  $DPP$  для проекту ЕЛС, враховуючи специфічні особливості складу її ЖЦ.

Оскільки потоки грошових коштів на протязі часового інтервалу  $[t_2; t_4]$  мають постійні значення, тобто  $CF_{[t_i;t_{i+1}]} = const$ ,  $(i = \overline{2;4})$ , формула (4.32) прийме вигляд [4.20]

$$CF_{[t_0;t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1;t_2]} \cdot q^{t_2} + \sum_{i=2}^T CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_{i+1}} + CF_{[t_5;t_6]} \cdot q^{t_6} = 0. \quad (4.33)$$

Звідси випливає

$$\sum_{i=2}^T CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_{i+1}} = -CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} - CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} - CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6}, \quad (4.34)$$

$$\sum_{i=2}^T q^{t_{i+1}} = \frac{-(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const}}. \quad (4.35)$$

Перетворимо формулу суми перших членів геометричної прогресії та запишемо

$$\sum_{i=2}^T q^{t_{i+1}} = \frac{q^{t_1} (1 - q^T)}{1 - q}. \quad (4.36)$$

Тоді

$$\frac{q^{t_1} (1 - q^T)}{1 - q} = \frac{-(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const}}, \quad (4.37)$$

$$q^T = 1 + \frac{(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}}, \quad (4.38)$$

*DPP* можливо розрахувати за наступною формулою

$$DPP = T = \log_q \left[ 1 + \frac{(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right], \quad (4.39)$$

при виконанні умов

$$1 + \frac{(CF_{[t_0; t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} > 0, \quad q > 0, \quad q \neq 1. \quad (4.40)$$

Застосування запропонованої формули дозволяє при проведенні оцінки ефективності проекту за допомогою критерію  $DPP$  врахувати особливості ЖЦ та продуктів проекту  $ЕЛС$ .

В умовах невизначеності оцінити ефективність проекту  $ЕЛС$  через нечітко визначений  $DPP$  можливо завдяки застосуванню інструментарію теорії нечітких множин шляхом введення нечітких значень зокрема потоків грошових коштів, що відповідають певним часовим інтервалам ЖЦ проекту [4.21 – 4.23]. Причиною таких дій є відсутність на передінвестиційній фазі можливості точного прогнозування майбутніх значень потоків грошових коштів.

При розрахунку  $DPP$  пропонується врахувати вплив невизначеності шляхом врахування нечіткості значень грошових коштів  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}$ , які генеруються на часових інтервалах  $[t_i;t_{i+1}]$  та відповідають окремим етапам ЖЦ проекту  $ЕЛС$ :

–  $CF_{[t_i;t_{i+1}]} = \left\{ \left( CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{n_{[t_i;t_{i+1}]}}; \mu_{CF_{[t_i;t_{i+1}]}} \left( CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{n_{[t_i;t_{i+1}]}} \right) \right) \right\}$ ,  $(n_{[t_i;t_{i+1}]} = \overline{1, N_{[t_i;t_{i+1}]}})$  – нечітка множина потоків грошових коштів часового інтервалу  $[t_i;t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ проекту  $ЕЛС$ .

Потоки грошових коштів  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$  різняться на протязі ЖЦ та приймають, в залежності від вхідних  $IF_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$  та вихідних  $OF_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$  потоків, позитивні або негативні значення в залежності від етапу проекту.

До множини часових інтервалів  $TI^i$  входять дві підмножини:

– підмножина часових інтервалів  $TI^i(OF)$ , яким відповідають грошові потоки  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$ , що складаються тільки з вихідних  $IF_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}$  потоків грошових коштів, тобто

$$TI^i(OF) = \{ [t_0;t_1]; [t_1;t_2]; [t_5;t_6] \};$$

– підмножина часових інтервалів  $TI^i(IF, OF)$ , яким відповідають грошові потоки  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{\hat{f}}$ , що складаються з вхідних  $IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{\hat{f}}$  та вихідних  $OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{\hat{f}}$  потоків грошових коштів, тобто  $TI^i(IF; OF) \in TI^i(IF \neq 0; OF \neq 0)$ ,  $TI^i(IF; OF) = \{[t_2; t_3]; [t_3; t_4]; [t_4; t_5]\}$ .

Формують грошові потоки на часових інтервалах, що належать множині  $TI^i(OF)$  вихідні потоки грошових коштів на

– передінвестиційній фазі

$$CF_{[t_0; t_1]} = CF_{[t_0; t_1]}^{11} = OF_{[t_0; t_1]}^{11}, \quad (4.41)$$

– інвестиційній фазі

$$CF_{[t_1; t_2]} = CF_{[t_1; t_2]}^{21} + CF_{[t_1; t_2]}^{51} = OF_{[t_1; t_2]}^{21} + OF_{[t_1; t_2]}^{51}, \quad (4.42)$$

– останньому етапі ревіталізаційної фази

$$CF_{[t_5; t_6]} = CF_{[t_5; t_6]}^{56} = OF_{[t_5; t_6]}^{56}. \quad (4.43)$$

Часовим інтервалам  $TI^i(IF; OF)$  ЖЦ, яким характерні не тільки вихідні, але й вхідні потоки грошових коштів, належать потоки грошових коштів

– першого етапу експлуатаційної та другого етапу ревіталізаційної фази

$$CF_{[t_2; t_3]} = CF_{[t_2; t_3]}^{31} + CF_{[t_2; t_3]}^{52} = IF_{[t_2; t_3]}^{31} + OF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52} + OF_{[t_2; t_3]}^{52}, \quad (4.44)$$

– другого етапу експлуатаційної, першого етапу регенеративної та третього етапу ревіталізаційної фаз

$$CF_{[t_3;t_4]} = CF_{[t_3;t_4]}^{32} + CF_{[t_3;t_4]}^{41} + CF_{[t_3;t_4]}^{53} = IF_{[t_3;t_4]}^{32} + OF_{[t_3;t_4]}^{32} + IF_{[t_3;t_4]}^{41} + OF_{[t_3;t_4]}^{41} + IF_{[t_3;t_4]}^{53} + OF_{[t_3;t_4]}^{53}, \quad (4.45)$$

– другого етапу регенеративної та четвертого етапу ревіталізаційної фаз

$$CF_{[t_4;t_5]} = CF_{[t_4;t_5]}^{42} + CF_{[t_4;t_5]}^{54} = IF_{[t_4;t_5]}^{42} + OF_{[t_4;t_5]}^{42} + IF_{[t_4;t_5]}^{54} + OF_{[t_4;t_5]}^{54}. \quad (4.46)$$

Потоки грошових коштів проекту  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}$  формуються з вхідних  $IF_{[t_i;t_{i+1}]}$  та вихідних  $OF_{[t_i;t_{i+1}]}$  потоків, що відповідають часовому інтервалу  $[t_i;t_{i+1}]$ , та в нечітко визначених умовах можуть бути представлені у вигляді нечітких множин:

$$- IF_{[t_i;t_{i+1}]} = \left\{ \left( IF_{[t_i;t_{i+1}]}^{k_{[t_i;t_{i+1}]}}; \mu_{IF_{[t_i;t_{i+1}]}} \left( IF_{[t_i;t_{i+1}]}^{k_{[t_i;t_{i+1}]}} \right) \right) \right\}, \quad \left( k_{[t_i;t_{i+1}]} = \overline{1, K_{[t_i;t_{i+1}]}} \right) - \text{нечітка}$$

множина вхідних потоків грошових коштів на протязі часового інтервалу  $[t_i;t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ проекту ЕЛС,

$$- OF_{[t_i;t_{i+1}]} = \left\{ \left( OF_{[t_i;t_{i+1}]}^{l_{[t_i;t_{i+1}]}}; \mu_{OF_{[t_i;t_{i+1}]}} \left( OF_{[t_i;t_{i+1}]}^{l_{[t_i;t_{i+1}]}} \right) \right) \right\}, \quad \left( l_{[t_i;t_{i+1}]} = \overline{1, L_{[t_i;t_{i+1}]}} \right) - \text{нечітка}$$

множина вихідних потоків грошових коштів на протязі часового інтервалу  $[t_i;t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ проекту ЕЛС (табл. 4.10).

Потоки грошових коштів проекту  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{jf}$ , що відповідають етапу  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ) проекту, формуються з вхідних  $IF_{[t_i;t_{i+1}]}^{jf}$  та вихідних  $OF_{[t_i;t_{i+1}]}^{jf}$  потоків та в нечітко визначених умовах можуть бути представлені у вигляді нечітких множин:

$$- IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjh} = \left\{ \left( IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjh}; \mu_{IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}} \left( IF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjh} \right) \right) \right\}, \quad (h = \overline{1, H^{fj}}) - \text{нечітка множина}$$

вхідних потоків грошових коштів, що відповідають етапу  $j$  фази  $f$  проекту на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  ЖЦ проекту ЕЛС,

$$- OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjg} = \left\{ \left( OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjg}; \mu_{OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}} \left( OF_{[t_i; t_{i+1}]}^{fjg} \right) \right) \right\}, \quad (g = \overline{1, G^{fj}}) - \text{нечітка множина}$$

вихідних потоків грошових коштів, що відповідають етапу  $j$  фази  $f$  проекту на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  ЖЦ проекту ЕЛС.

Для розрахунку нечітко визначених потоків  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}$  грошових коштів, вхідних  $IF_{[t_i; t_{i+1}]}$  та вихідних  $OF_{[t_i; t_{i+1}]}$  потоків грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , доцільно використовувати трапецієвидні нечіткі числа. Таке припущення базується на тому, що потоки (вхідні та вихідні) визначені на множині дійсних чисел  $R$  [4.24].

Нечіткі числа, що застосовуються в розрахунку нечітко вираженого значення  $DPP$  проекту ЕЛС:

*Вхідні потоки грошових коштів*

$$\left( IF_{[t_2; t_3]}^{31}, IF_{[t_2; t_3]}^{32}, IF_{[t_2; t_3]}^{33}, IF_{[t_2; t_3]}^{34} \right) = \left( \begin{array}{l} IF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52}, IF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52} \\ IF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52}, IF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52} \end{array} \right), \quad (4.47)$$

$$\left( IF_{[t_3; t_4]}^{31}, IF_{[t_3; t_4]}^{32}, IF_{[t_3; t_4]}^{33}, IF_{[t_3; t_4]}^{34} \right) = \left( \begin{array}{l} IF_{[t_3; t_4]}^{32} + IF_{[t_3; t_4]}^{41} + IF_{[t_3; t_4]}^{53} \\ IF_{[t_3; t_4]}^{32} + IF_{[t_3; t_4]}^{41} + IF_{[t_3; t_4]}^{53} \\ IF_{[t_3; t_4]}^{32} + IF_{[t_3; t_4]}^{41} + IF_{[t_3; t_4]}^{53} \\ IF_{[t_3; t_4]}^{32} + IF_{[t_3; t_4]}^{41} + IF_{[t_3; t_4]}^{53} \end{array} \right), \quad (4.48)$$



Таблиця 4.9 – Вхідні та вихідні потоки грошових коштів проекту ЕЛС

Часовий інтервал $[t_i; t_{i+1}]$	Нечітке значення вхідних потоків грошових коштів	Нечітке значення вихідних потоків грошових коштів
1	2	3
$[t_0; t_1]$	-	$OF_{[t_0; t_1]} = \left\{ \left( OF_{[t_0; t_1]}^{l_{[t_0; t_1]}}; \mu_{OF_{[t_0; t_1]}} \left( OF_{[t_0; t_1]}^{l_{[t_0; t_1]}} \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_0; t_1]} = \overline{1, L_{[t_0; t_1]}} \right)$ $OF_{[t_0; t_1]}^{11} = \left\{ \left( OF_{[t_0; t_1]}^{11g}; \mu_{OF_{[t_0; t_1]}^{11}} \left( OF_{[t_0; t_1]}^{11g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{11}} \right)$
$[t_1; t_2]$	-	$OF_{[t_1; t_2]} = \left\{ \left( OF_{[t_1; t_2]}^{l_{[t_1; t_2]}}; \mu_{OF_{[t_1; t_2]}} \left( OF_{[t_1; t_2]}^{l_{[t_1; t_2]}} \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_1; t_2]} = \overline{1, L_{[t_1; t_2]}} \right)$ $OF_{[t_1; t_2]}^{21} = \left\{ \left( OF_{[t_1; t_2]}^{21g}; \mu_{OF_{[t_1; t_2]}^{21}} \left( OF_{[t_1; t_2]}^{21g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{21}} \right)$
$[t_2; t_3]$	$IF_{[t_2; t_3]} = \left\{ \left( IF_{[t_2; t_3]}^{k_{[t_2; t_3]}}; \mu_{IF_{[t_2; t_3]}} \left( IF_{[t_2; t_3]}^{k_{[t_2; t_3]}} \right) \right) \right\}, \left( k_{[t_2; t_3]} = \overline{1, K_{[t_2; t_3]}} \right)$ $IF_{[t_2; t_3]}^{31} = \left\{ \left( IF_{[t_2; t_3]}^{31h}; \mu_{IF_{[t_2; t_3]}^{31}} \left( IF_{[t_2; t_3]}^{31h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{31}} \right)$ $IF_{[t_2; t_3]}^{52} = \left\{ \left( IF_{[t_2; t_3]}^{52h}; \mu_{IF_{[t_2; t_3]}^{52}} \left( IF_{[t_2; t_3]}^{52h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{52}} \right)$	$OF_{[t_2; t_3]} = \left\{ \left( OF_{[t_2; t_3]}^{l_{[t_2; t_3]}}; \mu_{OF_{[t_2; t_3]}} \left( OF_{[t_2; t_3]}^{l_{[t_2; t_3]}} \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_2; t_3]} = \overline{1, L_{[t_2; t_3]}} \right)$ $OF_{[t_2; t_3]}^{31} = \left\{ \left( OF_{[t_2; t_3]}^{31g}; \mu_{OF_{[t_2; t_3]}^{31}} \left( OF_{[t_2; t_3]}^{31g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{31}} \right)$ $OF_{[t_2; t_3]}^{52} = \left\{ \left( OF_{[t_2; t_3]}^{52g}; \mu_{OF_{[t_2; t_3]}^{52}} \left( OF_{[t_2; t_3]}^{52g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{52}} \right)$

Продовження табл. 4.9

1	2	3
$[t_3; t_4]$	$IF_{[t_3; t_4]}^k = \left\{ \left( IF_{[t_3; t_4]}^k; \mu_{IF_{[t_3; t_4]}^k} \left( IF_{[t_3; t_4]}^k \right) \right) \right\}, \left( k_{[t_3; t_4]} = \overline{1, K_{[t_3; t_4]}} \right)$ $IF_{[t_3; t_4]}^{32} = \left\{ \left( IF_{[t_3; t_4]}^{32h}; \mu_{IF_{[t_3; t_4]}^{32}} \left( IF_{[t_3; t_4]}^{32h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{32}} \right)$ $IF_{[t_3; t_4]}^{41} = \left\{ \left( IF_{[t_3; t_4]}^{41h}; \mu_{IF_{[t_3; t_4]}^{41}} \left( IF_{[t_3; t_4]}^{41h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{41}} \right)$ $IF_{[t_3; t_4]}^{53} = \left\{ \left( IF_{[t_3; t_4]}^{53h}; \mu_{IF_{[t_3; t_4]}^{53}} \left( IF_{[t_3; t_4]}^{53h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{53}} \right)$	$OF_{[t_3; t_4]}^l = \left\{ \left( OF_{[t_3; t_4]}^l; \mu_{OF_{[t_3; t_4]}^l} \left( OF_{[t_3; t_4]}^l \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_3; t_4]} = \overline{1, L_{[t_3; t_4]}} \right)$ $OF_{[t_3; t_4]}^{32} = \left\{ \left( OF_{[t_3; t_4]}^{32g}; \mu_{OF_{[t_3; t_4]}^{32}} \left( OF_{[t_3; t_4]}^{32g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{32}} \right)$ $OF_{[t_3; t_4]}^{41} = \left\{ \left( OF_{[t_3; t_4]}^{41g}; \mu_{OF_{[t_3; t_4]}^{41}} \left( OF_{[t_3; t_4]}^{41g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{41}} \right)$ $OF_{[t_3; t_4]}^{53} = \left\{ \left( OF_{[t_3; t_4]}^{53g}; \mu_{OF_{[t_3; t_4]}^{53}} \left( OF_{[t_3; t_4]}^{53g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{53}} \right)$
$[t_4; t_5]$	$IF_{[t_4; t_5]}^k = \left\{ \left( IF_{[t_4; t_5]}^k; \mu_{IF_{[t_4; t_5]}^k} \left( IF_{[t_4; t_5]}^k \right) \right) \right\}, \left( k_{[t_4; t_5]} = \overline{1, K_{[t_4; t_5]}} \right)$ $IF_{[t_4; t_5]}^{42} = \left\{ \left( IF_{[t_4; t_5]}^{42h}; \mu_{IF_{[t_4; t_5]}^{42}} \left( IF_{[t_4; t_5]}^{42h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{42}} \right)$ $IF_{[t_4; t_5]}^{54} = \left\{ \left( IF_{[t_4; t_5]}^{54h}; \mu_{IF_{[t_4; t_5]}^{54}} \left( IF_{[t_4; t_5]}^{54h} \right) \right) \right\}, \left( h = \overline{1, H^{54}} \right)$	$OF_{[t_4; t_5]}^l = \left\{ \left( OF_{[t_4; t_5]}^l; \mu_{OF_{[t_4; t_5]}^l} \left( OF_{[t_4; t_5]}^l \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_4; t_5]} = \overline{1, L_{[t_4; t_5]}} \right)$ $OF_{[t_4; t_5]}^{42} = \left\{ \left( OF_{[t_4; t_5]}^{42g}; \mu_{OF_{[t_4; t_5]}^{42}} \left( OF_{[t_4; t_5]}^{42g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{42}} \right)$ $OF_{[t_4; t_5]}^{54} = \left\{ \left( OF_{[t_4; t_5]}^{54g}; \mu_{OF_{[t_4; t_5]}^{54}} \left( OF_{[t_4; t_5]}^{54g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{54}} \right)$
$[t_5; t_6]$	-	$OF_{[t_5; t_6]}^l = \left\{ \left( OF_{[t_5; t_6]}^l; \mu_{OF_{[t_5; t_6]}^l} \left( OF_{[t_5; t_6]}^l \right) \right) \right\}, \left( l_{[t_5; t_6]} = \overline{1, L_{[t_5; t_6]}} \right)$ $OF_{[t_5; t_6]}^{56} = \left\{ \left( OF_{[t_5; t_6]}^{56g}; \mu_{OF_{[t_5; t_6]}^{56}} \left( OF_{[t_5; t_6]}^{56g} \right) \right) \right\}, \left( g = \overline{1, G^{56}} \right)$

$$\left( IF_{[t_4;t_5]}^1, IF_{[t_4;t_5]}^2, IF_{[t_4;t_5]}^3, IF_{[t_4;t_5]}^4 \right) = \left( IF_{[t_4;t_5]}^{42} + IF_{[t_4;t_5]}^{54}, IF_{[t_4;t_5]}^{42} + IF_{[t_4;t_5]}^{54}, IF_{[t_4;t_5]}^{42} + IF_{[t_4;t_5]}^{54}, IF_{[t_4;t_5]}^{42} + IF_{[t_4;t_5]}^{54} \right). \quad (4.49)$$

*Вихідні потоки грошових коштів*

$$\left( OF_{[t_0;t_1]}^1, OF_{[t_0;t_1]}^2, OF_{[t_0;t_1]}^3, OF_{[t_0;t_1]}^4 \right), \quad (4.50)$$

$$\left( OF_{[t_1;t_2]}^1, OF_{[t_1;t_2]}^2, OF_{[t_1;t_2]}^3, OF_{[t_1;t_2]}^4 \right), \quad (4.51)$$

$$\left( OF_{[t_2;t_3]}^1, OF_{[t_2;t_3]}^2, OF_{[t_2;t_3]}^3, OF_{[t_2;t_3]}^4 \right) = \left( OF_{[t_2;t_3]}^{31} + OF_{[t_2;t_3]}^{52}, OF_{[t_2;t_3]}^{31} + OF_{[t_2;t_3]}^{52}, OF_{[t_2;t_3]}^{31} + OF_{[t_2;t_3]}^{52}, OF_{[t_2;t_3]}^{31} + OF_{[t_2;t_3]}^{52} \right), \quad (4.52)$$

$$\left( OF_{[t_4;t_5]}^1, OF_{[t_4;t_5]}^2, OF_{[t_4;t_5]}^3, OF_{[t_4;t_5]}^4 \right) = \left( OF_{[t_4;t_5]}^{42} + OF_{[t_4;t_5]}^{54}, OF_{[t_4;t_5]}^{42} + OF_{[t_4;t_5]}^{54}, OF_{[t_4;t_5]}^{42} + OF_{[t_4;t_5]}^{54}, OF_{[t_4;t_5]}^{42} + OF_{[t_4;t_5]}^{54} \right) \quad (4.53)$$

$$\left( OF_{[t_3;t_4]}^1, OF_{[t_3;t_4]}^2, OF_{[t_3;t_4]}^3, OF_{[t_3;t_4]}^4 \right) = \left( OF_{[t_3;t_4]}^{32} + OF_{[t_3;t_4]}^{41} + OF_{[t_3;t_4]}^{53}, OF_{[t_3;t_4]}^{32} + OF_{[t_3;t_4]}^{41} + OF_{[t_3;t_4]}^{53}, OF_{[t_3;t_4]}^{32} + OF_{[t_3;t_4]}^{41} + OF_{[t_3;t_4]}^{53}, OF_{[t_3;t_4]}^{32} + OF_{[t_3;t_4]}^{41} + OF_{[t_3;t_4]}^{53} \right), \quad (4.54)$$

$$\left( OF_{[t_5;t_6]}^1, OF_{[t_5;t_6]}^2, OF_{[t_5;t_6]}^3, OF_{[t_5;t_6]}^4 \right). \quad (4.55)$$

*Потоки грошових коштів*

$$\begin{pmatrix} CF_{[t_0;t_1]1}, CF_{[t_0;t_1]2} \\ CF_{[t_0;t_1]3}, CF_{[t_0;t_1]4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} IF_{[t_0;t_1]1} - OF_{[t_0;t_1]4} \\ IF_{[t_0;t_1]2} - OF_{[t_0;t_1]3} \\ IF_{[t_0;t_1]3} - OF_{[t_0;t_1]2} \\ IF_{[t_0;t_1]4} - OF_{[t_0;t_1]1} \end{pmatrix}, \quad (4.56)$$

$$\begin{pmatrix} CF_{[t_1;t_2]1}, CF_{[t_1;t_2]2} \\ CF_{[t_1;t_2]3}, CF_{[t_1;t_2]4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} IF_{[t_1;t_2]1} - OF_{[t_1;t_2]4} \\ IF_{[t_1;t_2]2} - OF_{[t_1;t_2]3} \\ IF_{[t_1;t_2]3} - OF_{[t_1;t_2]2} \\ IF_{[t_1;t_2]4} - OF_{[t_1;t_2]1} \end{pmatrix}, \quad (4.57)$$

$$\begin{pmatrix} CF_{[t_5;t_6]1}, CF_{[t_5;t_6]2} \\ CF_{[t_5;t_6]3}, CF_{[t_5;t_6]4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} IF_{[t_5;t_6]1} - OF_{[t_5;t_6]4} \\ IF_{[t_5;t_6]2} - OF_{[t_5;t_6]3} \\ IF_{[t_5;t_6]3} - OF_{[t_5;t_6]2} \\ IF_{[t_5;t_6]4} - OF_{[t_5;t_6]1} \end{pmatrix}, \quad (4.58)$$

$$\begin{pmatrix} CF_{[t_i;t_{i+1}]1}^{const}, CF_{[t_i;t_{i+1}]2}^{const} \\ CF_{[t_i;t_{i+1}]3}^{const}, CF_{[t_i;t_{i+1}]4}^{const} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} IF_{[t_i;t_{i+1}]1}^{const} - OF_{[t_i;t_{i+1}]4}^{const} \\ IF_{[t_i;t_{i+1}]2}^{const} - OF_{[t_i;t_{i+1}]3}^{const} \\ IF_{[t_i;t_{i+1}]3}^{const} - OF_{[t_i;t_{i+1}]2}^{const} \\ IF_{[t_i;t_{i+1}]4}^{const} - OF_{[t_i;t_{i+1}]1}^{const} \end{pmatrix}. \quad (4.59)$$

*Дисконтовані потоки грошових коштів*

$$\left( CF_{[t_0;t_1]1} \cdot q^{t_1}, CF_{[t_0;t_1]2} \cdot q^{t_1}, CF_{[t_0;t_1]3} \cdot q^{t_1}, CF_{[t_0;t_1]4} \cdot q^{t_1} \right), \quad (4.60)$$

$$\left( CF_{[t_1;t_2]1} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_1;t_2]2} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_1;t_2]3} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_1;t_2]4} \cdot q^{t_2} \right), \quad (4.61)$$

$$\left( CF_{[t_5;t_6]1} \cdot q^{t_6}, CF_{[t_5;t_6]2} \cdot q^{t_6}, CF_{[t_5;t_6]3} \cdot q^{t_6}, CF_{[t_5;t_6]4} \cdot q^{t_6} \right), \quad (4.62)$$

$$\left( CF_{[t_i; t_{i+1}]1}^{const} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_i; t_{i+1}]2}^{const} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_i; t_{i+1}]3}^{const} \cdot q^{t_2}, CF_{[t_i; t_{i+1}]4}^{const} \cdot q^{t_2} \right). \quad (4.63)$$

*Сума дисконтованих потоків грошових коштів*

$$\left( \begin{array}{l} \left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_1, \\ \left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_2, \\ \left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_3, \\ \left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_4 \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} CF_{[t_0; t_1]1} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]1} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]1} \cdot q^{t_6}; \\ CF_{[t_0; t_1]2} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]2} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]2} \cdot q^{t_6}; \\ CF_{[t_0; t_1]3} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]3} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]3} \cdot q^{t_6}; \\ CF_{[t_0; t_1]4} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1; t_2]4} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5; t_6]4} \cdot q^{t_6}; \end{array} \right). \quad (4.64)$$

*Відношення потоків грошових коштів*

$$\left( \begin{array}{l} \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_1, \\ \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_2, \\ \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_3, \\ \left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_4 \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \frac{\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_1}{\left( CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2} \right)_4}; \\ \frac{\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_2}{\left( CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2} \right)_3}; \\ \frac{\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_3}{\left( CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2} \right)_2}; \\ \frac{\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_4}{\left( CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2} \right)_1} \end{array} \right), \quad (4.56)$$

*Дисконтований строк окупності*

$$\begin{pmatrix} DPP_1; \\ DPP_2; \\ DPP_3; \\ DPP_4; \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \log_q \left( 1 + \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right) (1-q) \Big|_1 \\ \log_q \left( 1 + \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right) (1-q) \Big|_2 \\ \log_q \left( 1 + \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right) (1-q) \Big|_3 \\ \log_q \left( 1 + \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right) (1-q) \Big|_4 \end{pmatrix}. \quad (4.57)$$

Отже, якщо на початку проекту *ЕЛС* можливо передбачити значення грошових потоків для різних етапів, фаз та часових інтервалів *ЖЦ*, а також визначити значення ставки дисконтування грошових коштів, *DPP* проекту розраховується за формулою (4.39). В умовах невизначеності розраховувати нечітко виражене значення *DPP* проекту пропонується, використовуючи послідовність математичних виразів, представлених формулами (4.47 – 4.57).

#### 4.4 Визначення впливу грошових параметрів на ефективність проекту екологістичної системи

В ході дослідження було виявлено функціональні залежності між грошовими потоками фаз *ЖЦ* та *DPP* проекту *ЕЛС*. Отримані результати представлено на рис. 4.8 – 4.11 [4.25].

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

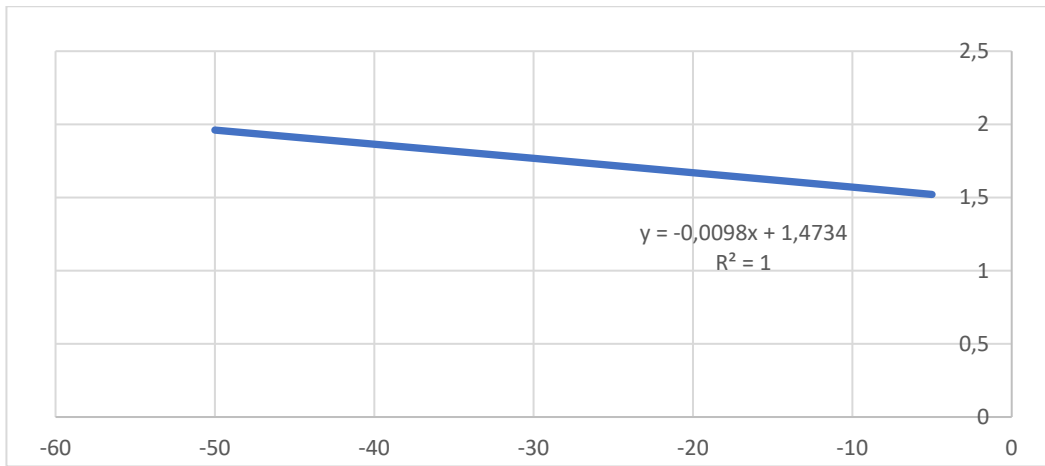


Рисунок 4.8 – Функціональна залежність між  $CF_{[t_0:t_1]}$  та  $DPP$  проекту *ЕЛС*

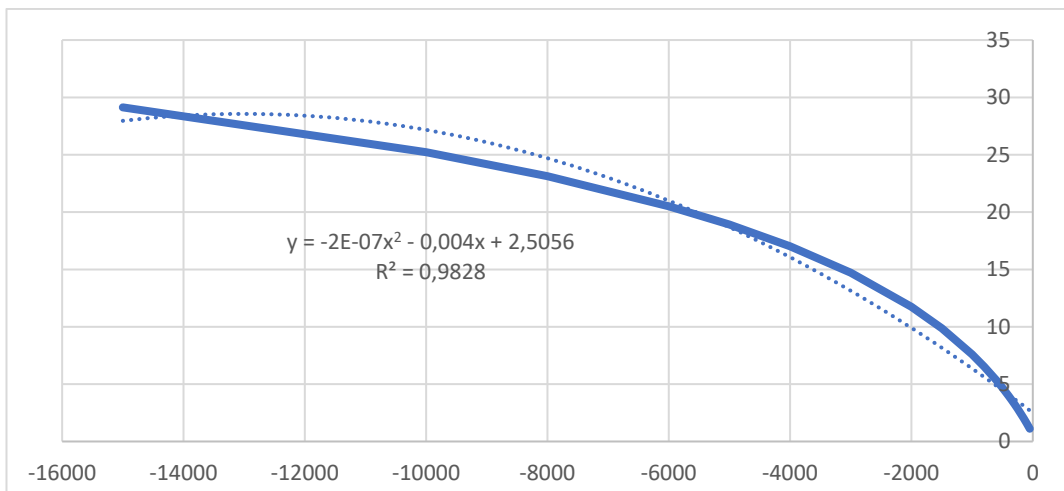


Рисунок 4.9 – Функціональна залежність між  $CF_{[t_1:t_2]}$  та  $DPP$  проекту *ЕЛС*

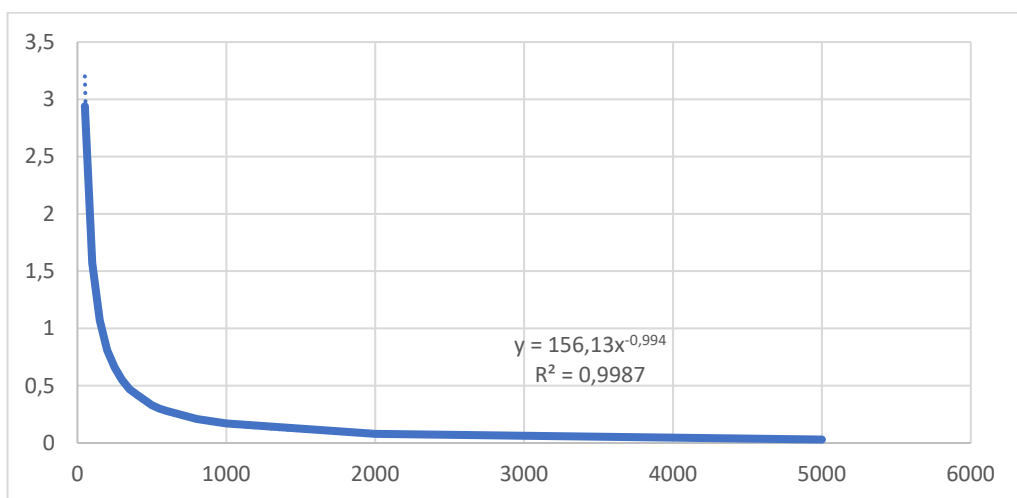


Рисунок 4.10 – Функціональна залежність між  $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^{const(O,R)}$  та  $DPP$  проекту *ЕЛС*

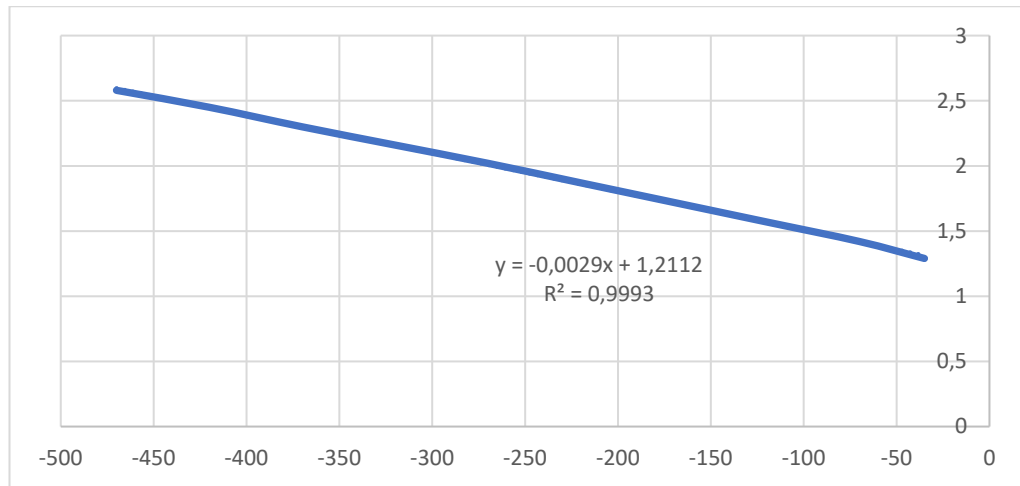


Рисунок 4.11 – Функціональна залежність між  $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i:t_{i+1}]}$  та  $DPP$  проекту *ЕЛС*

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  $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^{const(O,R)}$ , потоки грошових коштів ревіталізаційної фази  $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i:t_{i+1}]}$ .

Значенням функції є  $DPP$  проекту *ЕЛС*.

Проведене дослідження показало, що описується залежність між  $DPP$  та грошовими потоками інвестиційної фази  $CF_{[t_1:t_2]}$  багаточленом (квадратним тричленом)  $y = -2E-07x^2 - 0,004x + 2,5056$  достовірністю апроксимації  $R^2 = 0,9828$ . Отже, аналітичним виразом для визначення залежності є поліноміальна функція виду  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0, b \neq 0$ ) з областю визначення  $(-\infty; 0)$ . Між  $DPP$  та потоками коштів інвестиційної фази існує зворотна залежність, зростання  $DPP$  поступово уповільнюється зі збільшенням інвестиційних витрат у створення екологістичної системи.

Залежність  $DPP$  від потоків грошових коштів проекту експлуатаційної



та регенеративної фаз  $\sum_{i=2}^4 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^{const(O,R)}$  виражається функцією  $y=156,13x^{-0,994}$  з достовірністю апроксимації  $R^2=0,9987$ . Аналітичним виразом для визначення залежності є степенева функція виду  $y=ax^n$  ( $a \neq 0$ ) з областю визначення  $(0; +\infty)$ . Між  $DPP$  та потоками грошових коштів експлуатаційної та регенеративної фаз існує пряма залежність, швидкість зростання  $DPP$  уповільнюється зі зростанням потоків грошових коштів.

Залежність, що спостерігається між  $DPP$  та потоками грошових коштів передінвестиційної  $CF_{[t_0:t_1]}$  або ревіталізаційної  $\sum_{i=1}^5 CF_{[t_i:t_{i+1}]}^V$  фази, є лінійною та виражається функцією  $y=-0,0098x+1,4734$  з достовірністю апроксимації  $R^2=1$  та  $y=-0,0029x+1,2112$  з достовірністю апроксимації  $R^2=0,9993$  відповідно. Аналітично залежність в обох випадках виражається 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.

Проведене дослідження дозволило виявити залежності між критерієм ефективності проекту –  $DPP$  та потоками грошових коштів, що отримали функціональне вираження. Динаміка змін  $DPP$  представлена різними математичними функціями в залежності від фази, до якої належать потоки грошових коштів. Виявлення функціональних залежностей між  $DPP$  та потоками грошових коштів різних фаз ЖЦ проекту дозволить прогнозувати зміни  $DPP$  в залежності від змін потоків грошових коштів кожної з фаз ЖЦ.

#### 4.5 Висновки до розділу 4

1. Визначено особливості формування часових характеристик проектів *ЕЛС*. Фази ЖЦ проекту *ЕЛС* 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.

2. Визначено, що тривалість проекту залежить від тривалості етапів, що входять до складу фаз ЖЦ проекту *ЕЛС*. В залежності від умов визначення тривалості ЖЦ, запропоновано компенсаційний механізм для стабілізації його тривалості.

3. Встановлено залежність між часовими характеристиками проекту та формуванням грошових потоків на протязі ЖЦ проекту. Визначено структуру грошових потоків проекту на різних часових інтервалах ЖЦ. Досліджено вплив змін у тривалості ЖЦ проекту на формування потоків грошових коштів проекту. В залежності від вибору варіанту управління вартістю ЖЦ проекту, визначено вартісні параметри проекту.

4. Запропоновано розрахункові формули для визначення дисконтованого строку окупності, що враховують потоки грошових коштів еколого-орієнтованих фаз ЖЦ проекту *ЕЛС*, в детермінованих умовах та умовах невизначеності.

5. Визначено функціональні залежності *DPP* проекту від потоків грошових коштів різних фаз ЖЦ проекту *ЕЛС*. Динаміка змін *DPP* представлена різними математичними функціями в залежності від фази, до якої належать потоки грошових коштів.

#### 4.6 Список використаних джерел до розділу 4

- 4.1 A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK). Six Edition. USA. PMI, 2017. 574 p.
- 4.2 Ковтун Т.А. Методический подход к принятию управленческих решений по инициализации продуктов проекта транспортного предприятия. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2007. № 2. С. 145–157.
- 4.3 Онищенко С.П. Оптимизация объектных и временных параметров эксплуатационной фазы проектов развития предприятий на примере судоходных компаний. *Методи та засоби розвитку транспортних*

- систем*. Збірник наук. праць ОНМУ. 2009. Вип.15. С.70–84.
- 4.4 Берневек Т.И. Обоснование объектных и временных параметров проектов пополнения флота. *Вісник ОНМУ*. 2018. № 1 (54). С. 175–186.
- 4.5 Онищенко С.П., Арабаджи Е.С. Разработка инструментов управления временем в рамках планирования реализации программы развития предприятия. *Технологический аудит и резервы производства*. 2016. № 2/3 (28). С. 7–12.
- 4.6 Ahsan K., & Gunawan I. Analysis of cost and schedule performance of international development projects. *International Journal of Project Management*. 2010. № 28 (1). С. 68–78.
- 4.7 Chang C., Jiang H.-Y., Di Y., Zhu D., & Ge Y. Time-line based model for software project scheduling with genetic algorithms. *Information and Software Technology*. 2008. № 50 (11). С. 1142–1154.
- 4.8 Herroelen W., & Leus R. Robust and reactive project scheduling: a review and classification of procedures. *International Journal of Production Research*. 2004. № 42(8). С. 1599–1620.
- 4.9 Hyari K., & El-Rayes K. Optimal planning and scheduling for repetitive construction projects. *Journal of Management in Engineering*. 2006. № 22 (1). С. 11–19.
- 4.10 Artigues C., Michelon P., & Reusser S. Insertion techniques for static and dynamic resource constrained project scheduling. *European Journal of Operational Research*. 2003. № 149(2). С. 249–267.
- 4.11 Cheng M.-Y., Tran D.-H., and Wu Y.-W. Using a fuzzy clustering chaotic-based differential evolution with serial method to solve resource-constrained project scheduling problems. *Autom. Constr.* 2014. № 37. С. 88–97.
- 4.12 Baradaran S., Fatemi Ghomi S. M., Mobini T. M., Hashemin S. S. A hybrid scatter search approach for resource-constrained project scheduling problem in PERT-type networks . *Advances in Engineering Software*. 2010. № 41 (7-8). С. 966–975.
- 4.13 Cheng M.-Y., and Tran D.-H. Two-phase differential evolution for the

- multiobjective optimization of time-cost tradeoffs in resource constrained construction projects. *IEEE Trans. Eng. Manage.* 2010. № 61 (3). С. 450–461.
- 4.14 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.
- 4.15 Городенцев А.Л. Введение в теорию категорий и гомологическую алгебру. Москва, 2018. 137 с.
- 4.16 Цаленко М.Ш., Шульгейфер Е.Г. Основы теории категорий. Москва : Наука. 1974. 256 с.
- 4.17 Kovtun T., Smrkovska V. Development of a cash flow model for the ecologistics system. *Technology audit and production reserves.* 2020. № 6/2 (56). P. 26–33.
- 4.18 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.
- 4.19 Болдырева Т.В., Ковтун Т.А. Методический подход к инициализации параметров продуктов проекта транспортного предприятия. *Вісник Одеського національного морського університету. Збірник наук. праць.* 2009. Вип. 22. С.166–180.
- 4.20 Ковтун Т.А. Особливості визначення строку окупності проекту екологістичної системи. *Розвиток транспорту. Науковий журнал ОНМУ.* Вип. 2 (7). 2020. С. 30–42.
- 4.21 Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д. А. Поспелова. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. 312 с.
- 4.22 Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. Москва : Наука. Главн. ред. физ.-мат. лит-ры, 1981. 208 с.

- 4.23 Модели управления проектами в нестабильной экономической среде : монография / А. П. Белый и др. Донецк : ООО «Юго-Восток, Лтд», 2003. 292 с.
- 4.24 Павлов А.Н., Соколов Б.В. Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие. ГУАП СПб., 2006. 72 с.
- 4.25 Rudenko S., Gogunskii V., Kovtun T., Smrkovska V. Research of influence of transformation changes in the life cycle on assessment of the ecologicistic system project efficiency. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2021. Vol. 7. NO 1(109). P. 6–14.

Результати дослідження розділу 4 представлено в публікаціях [4.14, 4.17, 4.18, 4.20, 4.25].

## РОЗДІЛ 5

### МОДЕЛІ ЗБАЛАНСОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ В ПРОЕКТАХ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

#### 5.1 Модель метаболізму стаціонарного стану проекту екологістичної системи

Проект *ЕЛС* є складною відкритою системою [5.1 – 5.8]. Відкритість системи означає, що вона здійснює матеріально-інформаційно-енергетичний обмін з зовнішнім середовищем [5.9], а також окремих елементів між собою, що називається «метаболізмом».

*Метаболізм* (від грец. «метаболе» – зміна, перетворення [5.10]) забезпечує можливість існування системи за рахунок залучення ззовні життєво необхідних субстанцій та повернення в зовнішнє середовище результатів і відходів діяльності системи. Крім того, всередині системи також відбувається перетворення речовини, енергії та інформації. Явище метаболізму спочатку досліджувалося як властивість живих систем, але все більше вчених доходять висновку про однаковість процесів, що відбуваються в системах різних рівнів організації (добиологічних, біологічного і надбіологічного) [5.11].

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

Такий погляд на проект повністю відповідає синергетичному підходу, який активно застосовується в останні роки при дослідженні економічних систем.

Поняття система та метаболізм є невід’ємними та проявляють одне явище з різних сторін: система – це зовнішній прояв метаболізму, а метаболізм – це внутрішня сутність системи. Зовнішні контури системи утримуються тією мірою та у тому стані, яких дозволяють характеристики її метаболізму.

Стабільний метаболізм гарантує стаціонарність системи, що відображає її здатність підтримувати стійке динамічну рівновагу або динамічну відносну сталість складу і властивостей – *гомеостаз* (від грец. «гомоноіс» – подібний, однаковий і «статис» – нерухомість, стан) [5.12]. Стан гомеостазу забезпечує оптимальні умови для функціонування системи в межах зони допустимих значень її параметрів, тобто при збереженні певного рівня гомеостазу системи. Порушення гомеостазу системи проявляється в розриві зв'язків між її елементами і руйнуванні самих елементів. Підтримання гомеостазу проекту забезпечується механізмом негативною і позитивного зворотного зв'язку [5.13].

Всі елементи системи виконують певну функцію у здійсненні метаболізму – матеріально-інформаційно-енергетичному обміні. Якщо в процесі метаболізму деякі елементи системи не приймають участь, вони відбраковуються системою.

В процесі метаболізму з зовнішнього середовища у систему потрапляють сполуки, що вилучаються з середовища, перетворюються системою та потрапляють назад за межі системи. Проект *ЕЛС* як система здійснює метаболізм з проектним середовищем, вилучаючи ресурси, перетворюючи їх та повертаючи у середовище, як представлено на рис. 5.1.

В результаті метаболізму здійснюється ресурсний обмін проекту з навколишнім середовищем, в результаті якого проект може існувати та змінювати свій стан. Під *стаціонарним станом системи* розуміють множину істотних властивостей, якими система володіє в даний момент часу, або впорядковану сукупність значень внутрішніх і зовнішніх параметрів, що визначають хід процесів, що відбуваються в системі [5.13].

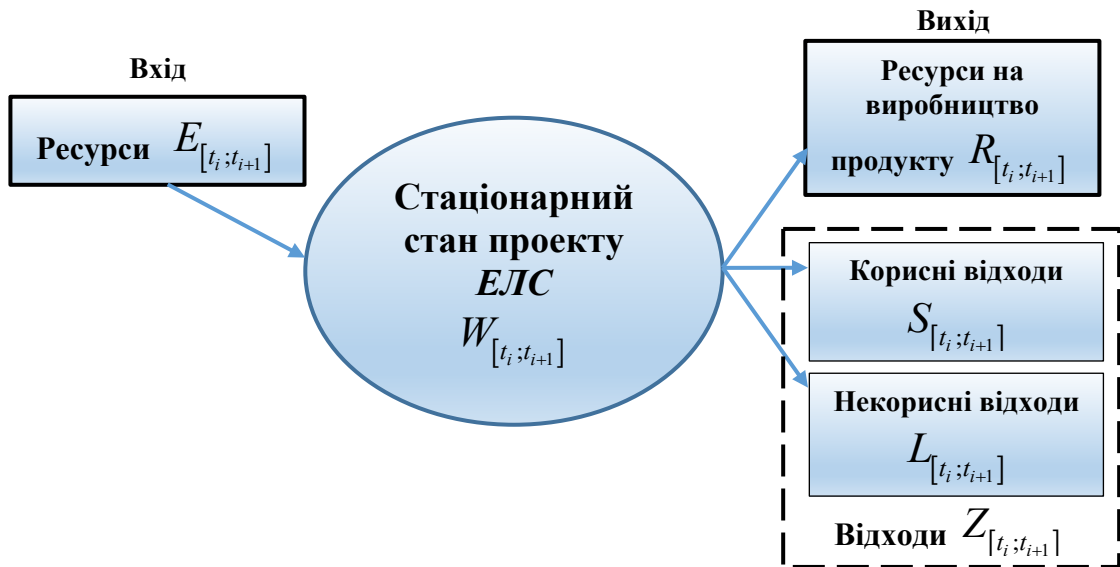


Рисунок 5.1 – Схема метаболізму проекту ЕЛС

Описати стаціонарний стан  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту можливо кортежем

$$W_{[t_i; t_{i+1}]} = \langle E_{[t_i; t_{i+1}]}, R_{[t_i; t_{i+1}]}, Z_{[t_i; t_{i+1}]} \rangle, \quad (5.1)$$

де  $E_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина вхідних ресурсів стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту,  
 $R_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина ресурсів, використаних для створення продуктів стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту,  
 $Z_{[t_i; t_{i+1}]}$  – множина відходів стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту.

Конвергенція фізичного та системного підходів дозволяє створити систему балансових рівнянь стаціонарного стану проекту ЕЛС (5.2 – 5.5).

Закон еквівалентності енергії (перший закон термодинаміки) [5.14] та закон неминучості втрат при здійсненні певної роботи (другий закон термодинаміки) [5.15] – фізичні закони, на яких базується функціонування ЕЛС.



Перший закон термодинаміки конкретизує закон зберігання енергії, який є фундаментальним законом природи, та стверджує, що кількість енергії при любых процесах залишається постійною. Відповідно до першого закону термодинаміки, можливий перехід енергії з одного виду в інший, а повна енергія системи дорівнює сумі окремих видів енергії [5.14].

Другий закон термодинаміки вказує напрямком можливих енергетичних перетворень та виражає незворотність процесів в природі, він пояснює природу таке явища, як ентропія – показника неупорядкованості системи [5.15].

Відповідно до закону збереження енергії кількість ресурсів, що потрапляють до проекту в стані  $W_{[t_i;t_{i+1}]}$ , витрачаються на створення продукту (кінцевого, в випадку кінцевого стану – завершення проекту, або проміжного, в випадку проміжного стану – етапу або фази проекту) та виробляють певну кількість відходів

$$E_{[t_i;t_{i+1}]} = R_{[t_i;t_{i+1}]} + Z_{[t_i;t_{i+1}]} \quad (5.2)$$

З позицій енергетичного балансу рівняння (5.2) приймає вигляд

$$E_{[t_i;t_{i+1}]} - R_{[t_i;t_{i+1}]} - Z_{[t_i;t_{i+1}]} = 0, \quad (5.3)$$

тобто матеріально-енергетично-інформаційний ресурсний потенціал проекту витрачається на отримання позитивного результату – продукту та негативного – відходів.

Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище необхідно зменшити кількість відходів

$$Z_{[t_i;t_{i+1}]} = E_{[t_i;t_{i+1}]} - R_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \min, \quad (5.4)$$

що можливо завдяки зменшенню загальної кількості вхідних ресурсів  $E_{[t_i;t_{i+1}]}$ , що використовуються для виробництва продукту, або за рахунок максимального використання вихідних ресурсів (в ідеалі без залишку,  $E_{[t_i;t_{i+1}]} = R_{[t_i;t_{i+1}]}$ ).

Зменшити кількість відходів можливо не тільки за рахунок зменшення обсягів їх утворення, але й за рахунок їх використання як вторинної продукції, сировини та матеріалів, оскільки

$$Z_{[t_i;t_{i+1}]} = S_{[t_i;t_{i+1}]} + L_{[t_i;t_{i+1}]}, \quad (5.5)$$

де  $S_{[t_i;t_{i+1}]}$  – кількість вторинних ресурсів, що утворюються в результаті реалізації стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}$  проекту;

$L_{[t_i;t_{i+1}]}$  – кількість невідновлюваних відходів, що утворюються в результаті реалізації стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}$  проекту.

Запропонована система балансових рівнянь обґрунтовує актуальність цілі – зменшення екодеструктивного впливу проекту  $EЛС$  на довкілля за рахунок зменшення відходів, що продукуються проектом. При цьому  $S_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \max$ ,  $L_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \min$ .

Систему цільових функцій метаболізму стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}$  проекту можна записати наступним чином:

$$E_{[t_i;t_{i+1}]} = R_{[t_i;t_{i+1}]} + S_{[t_i;t_{i+1}]} + L_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \min, \quad (5.6)$$

$$R_{[t_i;t_{i+1}]} = E_{[t_i;t_{i+1}]} - S_{[t_i;t_{i+1}]} - L_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \max, \quad (5.7)$$

$$S_{[t_i;t_{i+1}]} = E_{[t_i;t_{i+1}]} - R_{[t_i;t_{i+1}]} - L_{[t_i;t_{i+1}]} \rightarrow \max, \quad (5.8)$$

$$L_{[t_i; t_{i+1}]} = E_{[t_i; t_{i+1}]} - R_{[t_i; t_{i+1}]} - S_{[t_i; t_{i+1}]} \rightarrow \min. \quad (5.9)$$

- критерій (5.6) відповідає тенденції мінімізації використання вхідних ресурсів при реалізації стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту;
- критерій (5.7) відображає необхідність максимально корисного використання вхідних ресурсів в процесі створення продукту проекту, що відповідає стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту;
- критерій (5.8) відображає потребу у збільшенні обсягів повторного використання вторинних товарно-матеріальних цінностей, що утворюються в результаті реалізації стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту;
- критерій (5.9) відображає потребу мінімізації кількості невідновлюваних відходів, що утворюються в результаті реалізації стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту.

На протязі ЖЦ проект ЕЛС змінює свій стан відповідно часовим інтервалам  $[t_i; t_{i+1}]$  ( $i = \overline{1; I-1}$ ), де  $t_i$  – початок,  $t_{i+1}$  – закінчення часового інтервалу, що відповідає тривалості етапу фази ЖЦ проекту.

Стаціонарний стан проекту  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$ , що відповідає часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , враховує проміжні продукти  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{jf}$ , етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ), які утворюються на даному інтервалі. Кожному часовому інтервалу відповідає множина проміжних продуктів фаз проекту.

Відповідно до моделі стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту, кожному з проміжних продуктів  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{jf}$  відповідають певні значення вхідних ресурсів та відходів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Характеристика стаціонарних станів етапів ЖЦ проекту ЕЛС

Часовий інтервал	Стаціонарний стан проекту	Параметри стаціонарного стану проекту
$[t_0; t_1]$	$W_{[t_0; t_1]}$	$W_{[t_0; t_1]}^{11} = \langle E_{[t_0; t_1]}^{11}, R_{[t_0; t_1]}^{11}, S_{[t_0; t_1]}^{11}, L_{[t_0; t_1]}^{11} \rangle$
$[t_1; t_2]$	$W_{[t_1; t_2]} = W_{[t_1; t_2]}^{21} \cup W_{[t_1; t_2]}^{51}$	$W_{[t_1; t_2]}^{21} = \langle E_{[t_1; t_2]}^{21}, R_{[t_1; t_2]}^{21}, S_{[t_1; t_2]}^{21}, L_{[t_1; t_2]}^{21} \rangle$
		$W_{[t_1; t_2]}^{51} = \langle E_{[t_1; t_2]}^{51}, R_{[t_1; t_2]}^{51}, S_{[t_1; t_2]}^{51}, L_{[t_1; t_2]}^{51} \rangle$
$[t_2; t_3]$	$W_{[t_2; t_3]} = W_{[t_2; t_3]}^{31} \cup W_{[t_2; t_3]}^{52}$	$W_{[t_2; t_3]}^{31} = \langle E_{[t_2; t_3]}^{31}, R_{[t_2; t_3]}^{31}, S_{[t_2; t_3]}^{31}, L_{[t_2; t_3]}^{31} \rangle$
		$W_{[t_2; t_3]}^{52} = \langle E_{[t_2; t_3]}^{52}, R_{[t_2; t_3]}^{52}, S_{[t_2; t_3]}^{52}, L_{[t_2; t_3]}^{52} \rangle$
$[t_3; t_4]$	$W_{[t_3; t_4]} = W_{[t_3; t_4]}^{32} \cup W_{[t_3; t_4]}^{41} \cup W_{[t_3; t_4]}^{53}$	$W_{[t_3; t_4]}^{32} = \langle E_{[t_3; t_4]}^{32}, R_{[t_3; t_4]}^{32}, S_{[t_3; t_4]}^{32}, L_{[t_3; t_4]}^{32} \rangle$
		$W_{[t_3; t_4]}^{41} = \langle E_{[t_3; t_4]}^{41}, R_{[t_3; t_4]}^{41}, S_{[t_3; t_4]}^{41}, L_{[t_3; t_4]}^{41} \rangle$
		$W_{[t_3; t_4]}^{53} = \langle E_{[t_3; t_4]}^{53}, R_{[t_3; t_4]}^{53}, S_{[t_3; t_4]}^{53}, L_{[t_3; t_4]}^{53} \rangle$
$[t_4; t_5]$	$W_{[t_4; t_5]} = W_{[t_4; t_5]}^{42} \cup W_{[t_4; t_5]}^{54}$	$W_{[t_4; t_5]}^{42} = \langle E_{[t_4; t_5]}^{42}, R_{[t_4; t_5]}^{42}, S_{[t_4; t_5]}^{42}, L_{[t_4; t_5]}^{42} \rangle$
		$W_{[t_4; t_5]}^{54} = \langle E_{[t_4; t_5]}^{54}, R_{[t_4; t_5]}^{54}, S_{[t_4; t_5]}^{54}, L_{[t_4; t_5]}^{54} \rangle$
$[t_5; t_6]$	$W_{[t_5; t_6]}$	$W_{[t_5; t_6]}^{55} = \langle E_{[t_5; t_6]}^{55}, R_{[t_5; t_6]}^{55}, S_{[t_5; t_6]}^{55}, L_{[t_5; t_6]}^{55} \rangle$

Принцип зменшення екодеструктивного впливу на довкілля від продуктів проекту ЕЛС, що відповідає потребам екологізації економічних систем [5.16], описується задачею багатокритеріальної оптимізації.

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

$$E_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \rightarrow \min, \quad (5.10)$$

де  $R_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  – матеріальні ресурси, використані для створення проміжного продукту етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ) на часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ ,

$S_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  – вторинні матеріальні ресурси, що утворюються при створенні проміжного продукту етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ) на часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ ,

$L_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  – невідновлювальні відходи, що утворюються при створенні проміжного продукту етапу  $j$ , ( $j = \overline{1; J}$ ) фази  $f$ , ( $i = \overline{1; F}$ ) на часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ .

Кількість матеріальних ресурсів  $R_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ , що використовуються для створення проміжного продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$  на протязі стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту *ЕЛС*, у складі первинних ресурсів, що вилучаються з природного середовища, повинна бути максимальною

$$R_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J E_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff} \rightarrow \max. \quad (5.11)$$

Кількість матеріальних ресурсів, які можливо повторно використати в результаті підтримки гомеостазу стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту *ЕЛС*, повинна в бути максимальною

$$S_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J E_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \rightarrow \max .$$

(5.12)

Кількість матеріальних ресурсів, що не підлягають вторинному використанню та в результаті підтримки гомеостазу стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту *ЕЛС* потрапляють у довкілля, повинна в бути мінімальною

$$L_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J E_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} - \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \rightarrow \min .$$

(5.13)

Критерії ефективності використання матеріальних ресурсів в проекті *ЕЛС* є взаємозалежними – відповідно до рівняння ресурсного балансу проекту, кількість вхідних ресурсів стаціонарного стану проекту дорівнює кількості вихідних ресурсів.

Вирішити такого типу завдання багатокритеріальної оптимізації пропонується з використанням методу зміни обмежень, коли одну функцію залишають цільовою, а інші перетворюють в обмеження [5.17]. Отже, загальні ресурсні витрати на забезпечення гомеостазу стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту визначимо як цільову функцію (5.14). Ресурсні витрати на створення продукту проекту, а також перетворені во вторинні матеріальні ресурси та ресурси, що не підлягають подальшому використанню, визначимо як параметри управління. На їх значення в математичній моделі встановимо обмеження (5.15 – 5.17).

$$E_{[t_i; t_{i+1}]} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J R_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J S_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} + \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J L_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \rightarrow \min \quad (5.14)$$

$$R_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff \min} \leq R_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff} \leq R_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff \max}, \quad (5.15)$$

$$S_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff \min} \leq S_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff} \leq S_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff \max}, \quad (5.16)$$

$$L_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff} \leq L_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff \max}. \quad (5.17)$$

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

Для кожного зі стаціонарних станів  $W_{[t_i;t_{i+1}]}$  повинна відбуватись максимізація критерію ефективності застосування ресурсів та виконуватись обмеження:

– для стаціонарного стану  $W_{[t_0;t_1]}$

цільова функція

$$E_{[t_0;t_1]} = E_{[t_0;t_1]}^{11} = R_{[t_0;t_1]}^{11} + S_{[t_0;t_1]}^{11} + L_{[t_0;t_1]}^{11} \rightarrow \min \quad (5.18)$$

ресурсні обмеження для продукту – документально оформлений проект ЕЛС,  
 $PD_{[t_0;t_1]}^{11}$

$$R_{[t_0;t_1]}^{11 \min} \leq R_{[t_0;t_1]}^{11} \leq R_{[t_0;t_1]}^{11 \max} \quad (5.19)$$

$$S_{[t_0;t_1]}^{11 \min} \leq S_{[t_0;t_1]}^{11} \leq S_{[t_0;t_1]}^{11 \max} \quad (5.20)$$

$$L_{[t_0;t_1]}^{11} \leq L_{[t_0;t_1]}^{11 \max} \quad (5.21)$$

– для стаціонарного стану  $W_{[t_1;t_2]}$ , враховуючи, що  $W_{[t_1;t_2]} = W_{[t_1;t_2]}^{21} \cup W_{[t_1;t_2]}^{51}$

цільова функція

$$E_{[t_1;t_2]} = E_{[t_1;t_2]}^{21} + E_{[t_1;t_2]}^{51} = \left( R_{[t_0;t_1]}^{21} + S_{[t_0;t_1]}^{21} + L_{[t_0;t_1]}^{21} \right) + \left( R_{[t_0;t_1]}^{51} + S_{[t_0;t_1]}^{51} + L_{[t_0;t_1]}^{51} \right) \rightarrow \min$$

(5.22)

ресурсні обмеження:

для продукту – ЕЛС,  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$

$$R_{[t_1;t_2]}^{21\min} \leq R_{[t_1;t_2]}^{21} \leq R_{[t_1;t_2]}^{21\max} \quad (5.23)$$

$$S_{[t_1;t_2]}^{21\min} \leq S_{t_1;t_2}^{21} \leq S_{t_1;t_2}^{21\max} \quad (5.24)$$

$$L_{[t_1;t_2]}^{21} \leq L_{t_1;t_2}^{21\max} \quad (5.25)$$

для продукту – ревіталізація наслідків створення ЕЛС,  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$

$$R_{[t_1;t_2]}^{51\min} \leq R_{[t_1;t_2]}^{51} \leq R_{[t_1;t_2]}^{51\max} \quad (5.26)$$

$$S_{[t_1;t_2]}^{51\min} \leq S_{t_1;t_2}^{51} \leq S_{t_1;t_2}^{51\max} \quad (5.27)$$

$$L_{[t_1;t_2]}^{51} \leq L_{t_1;t_2}^{51\max} \quad (5.28)$$

– для стаціонарного стану  $W_{[t_2;t_3]}$ , враховуючи, що  $W_{[t_2;t_3]} = W_{[t_2;t_3]}^{31} \cup W_{[t_2;t_3]}^{52}$

цільова функція

$$E_{[t_2;t_3]} = E_{[t_2;t_3]}^{31} + E_{[t_2;t_3]}^{52} = \left( R_{[t_2;t_3]}^{31} + S_{[t_2;t_3]}^{31} + L_{[t_2;t_3]}^{31} \right) + \left( R_{[t_2;t_3]}^{52} + S_{[t_2;t_3]}^{52} + L_{[t_2;t_3]}^{52} \right) \rightarrow \min$$

(5.29)

ресурсні обмеження:

для продукту – ЛП (прямий матеріальний потік),  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$

$$R_{[t_2;t_3]}^{31\min} \leq R_{[t_2;t_3]}^{31} \leq R_{[t_2;t_3]}^{31\max} \quad (5.30)$$



$$S_{[t_2;t_3]}^{31\min} \leq S_{[t_2;t_3]}^{31} \leq S_{[t_2;t_3]}^{31\max} \quad (5.31)$$

$$L_{[t_2;t_3]}^{31} \leq L_{[t_2;t_3]}^{31\max} \quad (5.32)$$

для продукту – ревіталізація наслідків *ЛІІІ* (прямого матеріального потоку),

$$RV_{[t_2;t_3]}^{52}$$

$$R_{[t_2;t_3]}^{52\min} \leq R_{[t_2;t_3]}^{52} \leq R_{[t_2;t_3]}^{52\max} \quad (5.33)$$

$$S_{[t_2;t_3]}^{52\min} \leq S_{[t_2;t_3]}^{52} \leq S_{[t_2;t_3]}^{52\max} \quad (5.34)$$

$$L_{[t_2;t_3]}^{52} \leq L_{[t_2;t_3]}^{52\max} \quad (5.35)$$

– для стаціонарного стану  $W_{[t_3;t_4]}$ , враховуючи, що

$$W_{[t_3;t_4]} = W_{[t_3;t_4]}^{32} \cup W_{[t_3;t_4]}^{41} \cup W_{[t_3;t_4]}^{53}$$

цільова функція

$$\begin{aligned} E_{[t_3;t_4]} = E_{[t_3;t_4]}^{32} + E_{[t_3;t_4]}^{41} + E_{[t_3;t_4]}^{53} = & \left( R_{[t_3;t_4]}^{32} + S_{[t_3;t_4]}^{32} + L_{[t_3;t_4]}^{32} \right) + \\ & + \left( R_{[t_3;t_4]}^{41} + S_{[t_3;t_4]}^{41} + L_{[t_3;t_4]}^{41} \right) + \left( R_{[t_3;t_4]}^{53} + S_{[t_3;t_4]}^{53} + L_{[t_3;t_4]}^{53} \right) \rightarrow \min \end{aligned} \quad (5.36)$$

ресурсні обмеження:

для продукту – *ЛІІІ* (прямий матеріальний потік),  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$

$$R_{[t_3;t_4]}^{32\min} \leq R_{[t_3;t_4]}^{32} \leq R_{[t_3;t_4]}^{32\max} \quad (5.37)$$

$$S_{[t_3;t_4]}^{32\min} \leq S_{[t_3;t_4]}^{32} \leq S_{[t_3;t_4]}^{32\max} \quad (5.38)$$

$$L_{[t_3;t_4]}^{32} \leq L_{[t_3;t_4]}^{32\max} \quad (5.39)$$

для продукту – *ЕЛП* (зворотний матеріальний потік),  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$

$$R_{[t_3;t_4]}^{41\min} \leq R_{[t_3;t_4]}^{41} \leq R_{[t_3;t_4]}^{41\max} \quad (5.40)$$

$$S_{[t_3;t_4]}^{41\min} \leq S_{[t_3;t_4]}^{41} \leq S_{[t_3;t_4]}^{41\max} \quad (5.41)$$

$$L_{[t_3;t_4]}^{32} \leq L_{[t_3;t_4]}^{32\max} \quad (5.42)$$

для продукту – ревіталізація наслідків *ЛП* та *ЕЛП* (прямого та зворотного матеріальних потоків),  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$

$$R_{[t_3;t_4]}^{53\min} \leq R_{[t_3;t_4]}^{53} \leq R_{[t_3;t_4]}^{53\max} \quad (5.43)$$

$$S_{[t_3;t_4]}^{53\min} \leq S_{[t_3;t_4]}^{53} \leq S_{[t_3;t_4]}^{53\max} \quad (5.44)$$

$$L_{[t_3;t_4]}^{41} \leq L_{[t_3;t_4]}^{41\max} \quad (5.45)$$

– для стаціонарного стану  $W_{[t_4;t_5]}$ , враховуючи, що  $W_{[t_4;t_5]} = W_{[t_4;t_5]}^{42} \cup W_{[t_4;t_5]}^{54}$

цільова функція

$$E_{[t_4;t_5]} = E_{[t_4;t_5]}^{42} + E_{[t_4;t_5]}^{54} = \left( R_{[t_4;t_5]}^{42} + S_{[t_4;t_5]}^{42} + L_{[t_4;t_5]}^{42} \right) + \left( R_{[t_4;t_5]}^{54} + S_{[t_4;t_5]}^{54} + L_{[t_4;t_5]}^{54} \right) \rightarrow \min \quad (5.46)$$

обмеження:

для продукту – *ЕЛП* (зворотний матеріальний потік),  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$

$$R_{[t_4;t_5]}^{42\min} \leq R_{[t_4;t_5]}^{42} \leq R_{[t_4;t_5]}^{42\max} \quad (5.47)$$

$$R_{[t_4;t_5]}^{42\min} \leq R_{[t_4;t_5]}^{42} \leq R_{[t_4;t_5]}^{42\max} \quad (5.48)$$

$$L_{[t_4;t_5]}^{42} \leq L_{[t_4;t_5]}^{42\max} \quad (5.49)$$

Для продукту – ревіталізація наслідків *ЕЛП* (зворотного матеріального потоку),  $RV_{[t_4;t_5]}^{54}$

$$S_{[t_4;t_5]}^{54\min} \leq S_{[t_4;t_5]}^{54} \leq S_{[t_4;t_5]}^{54\max} \quad (5.50)$$

$$S_{[t_4;t_5]}^{54\min} \leq S_{[t_4;t_5]}^{54} \leq S_{[t_4;t_5]}^{54\max} \quad (5.51)$$

$$L_{[t_4;t_5]}^{54} \leq L_{[t_4;t_5]}^{54\max} \quad (5.52)$$

– для стаціонарного стану  $W_{[t_5;t_6]}$

цільова функція

$$E_{[t_5;t_6]} = E_{[t_5;t_6]}^{55} = R_{[t_5;t_6]}^{55} + S_{[t_5;t_6]}^{55} + L_{[t_5;t_6]}^{55} \rightarrow \min \quad (5.53)$$

обмеження:

для продукту – ревіталізація наслідків проекту *ЕЛС*,  $RV_{[t_5;t_6]}^{55}$

$$R_{[t_5;t_6]}^{55\min} \leq R_{[t_5;t_6]}^{55} \leq R_{[t_5;t_6]}^{55\max} \quad (5.54)$$

$$S_{[t_5;t_6]}^{55\min} \leq S_{[t_5;t_6]}^{55} \leq S_{[t_5;t_6]}^{55\max} \quad (5.55)$$

$$L_{[t_5;t_6]}^{55} \leq L_{[t_5;t_6]}^{55\max} \quad (5.56)$$

Вирішення завдання багатокритеріальної оптимізації, представленого запропонованою математичною моделлю метаболізму стаціонарного стану проекту *ЕЛС*, дозволить визначити оптимальне співвідношення ресурсів

$\left\{ R_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}, S_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff}, L_{[t_i;t_{i+1}]}^{ff} \right\}$  у ресурсному балансі, завдяки якому забезпечується

гомеостаз системи та мінімізується екодеструктивний вплив на навколишнє середовище.

## 5.2 Визначення еколого-економічної цінності проекту екологістичної системи

Для визначення траєкторії розвитку проекту *ЕЛС*, який здійснюється шляхом переходу проекту з одного стаціонарного стану в інший, пропонуємо застосовувати інструментарій методу динамічного програмування [5.18], який відповідає уявленню проекту як динамічної стаціонарної системи.

В загальному вигляді процес розвитку проекту *ЕЛС* можна визначити як ланцюг послідовних стаціонарних станів, яким відповідають проміжні продукти фаз проекту, що синтезуються на часових інтервалах  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ) ЖЦ проекту. 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 метаболізму у внутрішньому та зовнішньому середовищі системи.

Відповідно до моделі метаболізму проекту *ЕЛС*, існує множина альтернативних варіантів стаціонарних станів проекту, яким відповідають певні параметри продукту, що відображають ресурсний потенціал проекту.

Враховуючи специфічні особливості *ЕЛС*, в якості критерію ефективності проекту пропонуємо застосовувати еколого-економічну цінність проекту, *Ecological and Economic Value (EEV)*, що 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  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту, якому відповідає множина проміжних продуктів етапів  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ) фаз  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ) проекту, що синтезується на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$  ( $i = \overline{1; I-1}$ ) ЖЦ проекту, оцінити еколого-економічну цінність можливо за формулою

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

(5.57)

де  $V(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  – ринкова вартість продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  етапу  $j$  фази  $f$  проекту, що протікає на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ;

$CF(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  – грошові потоки, що відповідають продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$  етапу  $j$  фази  $f$  проекту, що протікає на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ,

$q^{fj}$  – коефіцієнт дисконтування, який відповідає проміжному продукту, що утворюється на протязі етапу  $j$  фази  $f$  проекту, який протікає на протязі часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ .

Виокремлення коефіцієнтів дисконтування  $q^{fj}$  для різних часових інтервалів  $[t_i; t_{i+1}]$  та продуктів етапів  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ) фаз  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ) проекту обумовлено різною вартістю грошей, що застосовуються для створення або продукуються певними продуктами на різних часових інтервалах проекту.

Для досягнення цілей сталого розвитку необхідно максимізувати загальну еколого-економічну цінність проекту, що складається з окремих еколого-економічних цінностей стаціонарних станів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

$$EEV = \sum_{i=0}^{I-1} EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}) = \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J EEV(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}) \rightarrow \max. \quad (5.58)$$

Якщо розглядати питання максимізації еколого-економічної цінності продуктів з позицій ресурсного балансу, то необхідно визначити такі властивості показників:

- ринкова вартість  $V(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})$  продукту визначається реальною кількістю грошей, які можливо отримати від реалізації продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ ,
- 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  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ ,
- 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.

Використання матеріальних ресурсів супроводжується формуванням *вхідних потоків грошових коштів проекту:*

- $\int_{t_i}^{t_{i+1}} if(C_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}})(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від реалізації продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}$ ,

–  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} if \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1}]}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

*вихідних потоків грошових коштів проекту:*

–  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} of \left( R_{P_{[t_i; t_{i+1}]}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

–  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} of \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

–  $\int_{t_i}^{t_{i+1}} of \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ .

Представимо розрахункові формули для еколого-економічної цінності окремих продуктів проекту.

Для часового інтервалу  $[t_0; t_1]$ , на протязі якого здійснюється передінвестиційна фаза ЖЦ проекту

$$EEV_{[t_0; t_1]} \left( P_{[t_0; t_1]}^{11} \right) = \left( V \left( P_{[t_0; t_1]}^{11} \right) + CF \left( P_{[t_0; t_1]}^{11} \right) \right) \cdot (q^{11})^{-t_1}, \quad (5.59)$$

де  $V \left( P_{[t_0; t_1]}^{11} \right)$  – ринкова вартість документально оформленого проекту  $PD_{[t_0; t_1]}^{11}$

*ЕЛС,*

$CF\left(P_{[t_0;t_1]}^{11}\right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $PD_{[t_0;t_1]}^{11}$  проекту *ЕЛС*.

$$CF_{[t_0;t_1]} = CF\left(P_{[t_0;t_1]}^{11}\right) = \int_0^1 cf_{PD_{[t_0;t_1]}^{11}}(t)dt = \int_0^1 of\left(R_{PD_{[t_0;t_1]}^{11}}\right)(t)dt, \quad (5.60)$$

де  $\int_0^1 of\left(R_{PD_{[t_0;t_1]}^{11}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту – документально оформленого проекту  $PD_{[t_0;t_1]}^{11}$  на протязі часового інтервалу  $[t_0;t_1]$ .

Для часового інтервалу  $[t_1;t_2]$ , на протязі якого протікають етапи інвестиційної та ревіталізаційної фаз *ЖЦ* проекту, та отримуються проміжні продукти  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  та  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  відповідно

$$\begin{aligned} EEV_{[t_1;t_2]}(P_{[t_1;t_2]}^{21} + P_{[t_1;t_2]}^{51}) &= \left(V(P_{[t_1;t_2]}^{21}) + CF(P_{[t_1;t_2]}^{21})\right) \cdot (q^{21})^{-t_2} + \\ &+ \left(V(P_{[t_1;t_2]}^{51}) + CF(P_{[t_1;t_2]}^{51})\right) \cdot (q^{51})^{-t_2}, \end{aligned} \quad (5.61)$$

де  $V(P_{[t_1;t_2]}^{21})$  – ринкова вартість створеного на інвестиційній фазі продукту

$$ELS_{[t_1;t_2]}^{21},$$

$CF(P_{[t_1;t_2]}^{21})$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  інвестиційної фази проекту *ЕЛС*,



$V\left(P_{[t_1;t_2]}^{51}\right)$  – ринкова вартість створеного на ревіталізаційній фазі продукту з відновлення екосистеми  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$ ,

$CF\left(P_{[t_1;t_2]}^{51}\right)$  - потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  ревіталізаційної фази проекту *ЕЛС*,

$q^{21}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$ ,

$q^{51}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$ .

Потоки грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_1;t_2]$  складаються з вхідних та вихідних потоків, які продукуються продуктам  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  та  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$ :

$$CF_{[t_1;t_2]} = CF\left(P_{[t_1;t_2]}^{21}\right) + CF\left(P_{[t_1;t_2]}^{51}\right) = \int_1^2 cf_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}(t)dt + \int_1^2 cf_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}}(t)dt, \quad (5.62)$$

Для продукту  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\int_1^2 cf_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}(t)dt = \int_1^2 if_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}(t)dt + \int_1^2 of_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}(t)dt = \int_1^2 if\left(S_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}\right)(t)dt + \int_1^2 of\left(S_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}\right)(t)dt + \int_1^2 of\left(R_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}\right)(t)dt + \int_1^2 of\left(L_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}}\right)(t)dt,$$

$$(5.63)$$

де  $\int_1^2 if \left( S_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення

$$ELS_{[t_1;t_2]}^{21},$$

$\int_1^2 of \left( S_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення

$$ELS_{[t_1;t_2]}^{21},$$

$\int_1^2 of \left( R_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне

забезпечення створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$ ,

$\int_1^2 of \left( L_{ELS_{[t_1;t_2]}^{21}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для продукту  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\int_1^2 cf_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}}(t) dt = \int_1^2 if_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}}(t) dt + \int_1^2 of_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}}(t) dt = \int_1^2 if \left( S_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt +$$

$$+ \int_1^2 of \left( S_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt + \int_1^2 of \left( R_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt + \int_1^2 of \left( L_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt$$

$$(5.64)$$

де  $\int_1^2 if \left( S_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів, що утворюються в результаті використання вторинних матеріальних ресурсів при виконанні комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  після створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$ ,

$\int_1^2 of \left( S_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  після створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$ ,

$\int_1^2 of \left( R_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  після створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$ ,

$\int_1^2 of \left( L_{RV_{[t_1;t_2]}^{51}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в результаті виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_1;t_2]}^{51}$  після створення  $ELS_{[t_1;t_2]}^{21}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для часового інтервалу  $[t_2;t_3]$ , на протязі якого здійснюються етапи експлуатаційної та ревіталізаційної фаз ЖЦ проекту, та отримуються проміжні продукти проекту  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  відповідно.

$$\begin{aligned}
EEV_{[t_2;t_3]}(P_{[t_2;t_3]}^{31} + P_{[t_2;t_3]}^{52}) &= \left( V(P_{[t_2;t_3]}^{31}) + CF(P_{[t_2;t_3]}^{31}) \right) \cdot (q^{31})^{-t_3} + \\
&+ \left( V(P_{[t_2;t_3]}^{52}) + CF(P_{[t_2;t_3]}^{52}) \right) \cdot (q^{52})^{-t_3}
\end{aligned}
\tag{5.65}$$

де  $V(P_{[t_2;t_3]}^{31})$  – ринкова вартість створеного на експлуатаційній фазі ЕЛП –

прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ ,

$CF(P_{[t_2;t_3]}^{31})$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$

експлуатаційної фази проекту ЕЛС,

$V(P_{[t_2;t_3]}^{52})$  – ринкова вартість створеного на ревіталізаційній фазі продукту з

відновлення екосистеми  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$ ,

$CF(P_{[t_1;t_2]}^{51})$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$

ревіталізаційної фази проекту ЕЛС,

$q^{31}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ ,

$q^{52}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$ .

Потоки грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_2;t_3]$  складаються з вхідних та вихідних потоків, які продукуються продуктам

$DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$

$$CF_{[t_2;t_3]} = CF(P_{[t_2;t_3]}^{31}) + CF(P_{[t_2;t_3]}^{52}) = \int_2^3 cf_{DMF_{[t_2;t_3]}^{31}}(t) dt + \int_2^3 cf_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}}(t) dt$$

(5.66)

Для продукту  $DMF_{[t_2:t_3]}^{31}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\begin{aligned}
 \int_2^3 cf_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}(t)dt &= \int_2^3 if_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}(t)dt + \int_2^3 of_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}(t)dt = \\
 &= \int_2^3 if\left(C_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt + \int_2^3 if\left(S_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt + \int_2^3 of\left(R_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt + \\
 &+ \int_2^3 of\left(S_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt + \int_2^3 of\left(L_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt
 \end{aligned}$$

,

(5.67)

де  $\int_2^3 if\left(C_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від реалізації *ЕЛП*,

який утворюється при наданні екологістичних послуг по просуванню прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2:t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 if\left(S_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2:t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of\left(R_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне

забезпечення просування прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2:t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of\left(S_{DMF_{[t_2:t_3]}^{31}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2:t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of \left( L_{DMF_{[t_2;t_3]}^{31}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі руху прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для продукту  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\begin{aligned} \int_2^3 cf_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}}(t) dt &= \int_2^3 if_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}}(t) dt + \int_2^3 of_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}}(t) dt = \int_2^3 if \left( S_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt + \\ &+ \int_2^3 of \left( S_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt + \int_2^3 of \left( R_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt + \int_2^3 of \left( L_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt \end{aligned} \quad ,$$

(5.68)

де  $\int_2^3 if \left( S_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів, що утворюються в результаті використання вторинних матеріальних ресурсів при виконанні комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  після функціонування об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих матеріальних потоків  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of \left( S_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  після функціонування об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих матеріальних потоків  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of \left( R_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне

забезпечення комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  після функціонування об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих матеріальних потоків  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ ,

$\int_2^3 of \left( L_{RV_{[t_2;t_3]}^{52}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в результаті виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_2;t_3]}^{52}$  після функціонування об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих матеріальних потоків  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$ .

Для часового інтервалу  $[t_3;t_4]$ , на протязі якого здійснюються етапи експлуатаційної, регенеративної та ревіталізаційної фаз *ЖЦ* проекту та отримуються проміжні продукти проекту  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  та  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$  відповідно.

$$EEV_{[t_3;t_4]} \left( P_{[t_3;t_4]}^{32} + P_{[t_3;t_4]}^{41} + P_{[t_3;t_4]}^{53} \right) = \left( V \left( P_{[t_3;t_4]}^{32} \right) + CF \left( P_{[t_3;t_4]}^{32} \right) \right) \cdot \left( q^{32} \right)^{-t_4} + \\ + \left( V \left( P_{[t_3;t_4]}^{41} \right) + CF \left( P_{[t_3;t_4]}^{41} \right) \right) \cdot \left( q^{41} \right)^{-t_4} + \left( V \left( P_{[t_3;t_4]}^{53} \right) + CF \left( P_{[t_3;t_4]}^{53} \right) \right) \cdot \left( q^{53} \right)^{-t_4},$$

(5.69)

де  $V \left( P_{[t_3;t_4]}^{32} \right)$  – ринкова вартість створеного на експлуатаційній фазі ЛП – прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$CF \left( P_{[t_3;t_4]}^{32} \right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$  експлуатаційної фази проекту *ЕЛС*,

$V\left(P_{[t_3;t_4]}^{41}\right)$  – ринкова вартість створеного на регенеративній фазі продукту – ЕЛП, зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$ ,

$CF\left(P_{[t_3;t_4]}^{41}\right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  регенеративної фази проекту ЕЛС,

$V\left(P_{[t_3;t_4]}^{53}\right)$  – ринкова вартість створеного на ревіталізаційній фазі продукту з відновлення екосистеми  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$ ,

$CF\left(P_{[t_3;t_4]}^{53}\right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$  ревіталізаційної фази проекту ЕЛС,

$q^{32}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$q^{41}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$ ,

$q^{53}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$ .

Потоки грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_3; t_4]$  складаються з вхідних та вихідних потоків, які продукуються продуктам  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  та  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$

$$\begin{aligned} CF_{[t_3;t_4]} &= CF\left(P_{[t_3;t_4]}^{32}\right) + CF\left(P_{[t_3;t_4]}^{41}\right) + CF\left(P_{[t_3;t_4]}^{53}\right) = \\ &= \int_3^4 cf_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}(t)dt + \int_3^4 cf_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}}(t)dt + \int_3^4 cf_{RV_{[t_3;t_4]}^{53}}(t)dt \end{aligned}$$

(5.70)

Для продукту  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$  грошові потоки формуються наступним чином:



$$\begin{aligned}
\int_3^4 cf_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}(t)dt &= \int_3^4 if_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}(t)dt + \int_3^4 of_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}(t)dt = \\
&= \int_3^4 if\left(C_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt + \int_3^4 if\left(S_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt + \int_3^4 of\left(R_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt + \\
&+ \int_3^4 of\left(S_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt + \int_3^4 of\left(L_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt
\end{aligned}$$

,

(5.71)

де  $\int_3^4 if\left(C_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від реалізації *ЕЛП*,

який утворюється при наданні екологістичних послуг по просуванню прямого

матеріального потоку  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$\int_3^4 if\left(S_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху прямого

матеріального потоку  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$\int_3^4 of\left(R_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне

забезпечення просування прямого матеріального потоку  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$\int_3^4 of\left(S_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху прямого

матеріального потоку  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$ ,

$\int_3^4 of \left( L_{DMF_{[t_3;t_4]}^{32}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі руху прямого матеріального

потoku  $DMF_{[t_3;t_4]}^{32}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для продукту  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\begin{aligned} \int_3^4 cf_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}}(t) dt &= \int_3^4 if_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}}(t) dt + \int_3^4 of_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}}(t) dt = \\ &= \int_3^4 if \left( C_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt + \int_3^4 if \left( S_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt + \int_3^4 of \left( R_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt + \\ &+ \int_3^4 of \left( S_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt + \int_3^4 of \left( L_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt \end{aligned}$$

(5.72)

де  $\int_3^4 if \left( C_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів від реалізації *ЕЛП*,

який утворюється при наданні екологістичних послуг по просуванню

зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$ ,

$\int_3^4 if \left( S_{RMF_{[t_3;t_4]}^{41}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху зворотного

матеріального потоку  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$ ,

$\int_3^4 of \left( R_{RMF_{[t_3:t_4]}^{41}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне

забезпечення просування зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_3:t_4]}^{41}$ ,

$\int_3^4 of \left( S_{RMF_{[t_3:t_4]}^{41}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_3:t_4]}^{41}$ ,

$\int_3^4 of \left( L_{RMF_{[t_3:t_4]}^{41}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі руху зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_3:t_4]}^{41}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для продукту  $RV_{[t_3:t_4]}^{53}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\int_3^4 cf_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}}(t) dt = \int_3^4 if_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}}(t) dt + \int_3^4 of_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}}(t) dt = \int_3^4 if \left( S_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}} \right) (t) dt +$$

$$+ \int_3^4 of \left( S_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}} \right) (t) dt + \int_3^4 of \left( R_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}} \right) (t) dt + \int_3^4 of \left( L_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}} \right) (t) dt$$

(5.73)

де  $\int_3^4 if \left( S_{RV_{[t_3:t_4]}^{53}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів, що утворюються в

результаті використання вторинних матеріальних ресурсів при виконанні

комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_3:t_4]}^{53}$  після функціонування

об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та зворотних

$RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  матеріальних потоків,

$\int_3^4 of \left( S_{RV_{[t_3;t_4]}^{53}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання

вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виконання

комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$  після функціонування

об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та зворотних

$RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  матеріальних потоків,

$\int_3^4 of \left( R_{RV_{[t_3;t_4]}^{53}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення

комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$  після функціонування

об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та зворотних

$RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$  матеріальних потоків,

$\int_3^4 of \left( L_{RV_{[t_3;t_4]}^{53}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в результаті виконання комплексу дій

з відновлення екосистеми  $RV_{[t_3;t_4]}^{53}$  після функціонування об'єктів

інфраструктури *ЕЛС* при просуванні прямих  $DMF_{[t_2;t_3]}^{31}$  та зворотних  $RMF_{[t_3;t_4]}^{41}$

матеріальних потоків.

Для часового інтервалу  $[t_4; t_5]$ , на протязі якого здійснюються етапи регенеративної та ревіталізаційної фаз життєвого циклу проекту та отримуються проміжні продукти проекту  $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$  та  $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$  відповідно

$$EEV_{[t_4; t_5]} \left( P_{[t_4; t_5]}^{42} + P_{[t_4; t_5]}^{54} \right) = \left( V \left( P_{[t_4; t_5]}^{42} \right) + CF \left( P_{[t_4; t_5]}^{42} \right) \right) \cdot (q^{42})^{-t_5} + \left( V \left( P_{[t_4; t_5]}^{54} \right) + CF \left( P_{[t_4; t_5]}^{54} \right) \right) \cdot (q^{54})^{-t_5},$$

(5.74)

де  $V \left( P_{[t_4; t_5]}^{42} \right)$  – ринкова вартість створеного на регенеративній фазі ЕЛП – зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$ ,

$V \left( P_{[t_4; t_5]}^{42} \right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$  регенеративної фази проекту ЕЛС,

$V \left( P_{[t_4; t_5]}^{54} \right)$  – ринкова вартість створеного на ревіталізаційній фазі продукту з відновлення екосистеми  $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$ ,

$CF \left( P_{[t_4; t_5]}^{54} \right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$  ревіталізаційної фази проекту ЕЛС,

$q^{42}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$ ,

$q^{54}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$ .

Потоки грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_4; t_5]$ , складаються з вхідних та вихідних потоків, які продукуються продуктам  $RMF_{[t_4; t_5]}^{42}$  та  $RV_{[t_4; t_5]}^{54}$ :

$$CF_{[t_4;t_5]} = CF\left(P_{[t_4;t_5]}^{42}\right) + CF\left(P_{[t_4;t_5]}^{54}\right) = \int_4^5 cf_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}(t)dt + \int_4^5 cf_{RV_{[t_4;t_5]}^{54}}(t)dt,$$

(5.75)

Для продукту  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\begin{aligned} \int_4^5 cf_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}(t)dt &= \int_4^5 if_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}(t)dt + \int_4^5 of_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}(t)dt = \\ &= \int_4^5 if\left(C_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt + \int_4^5 if\left(S_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt + \int_4^5 of\left(R_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt + \\ &+ \int_4^5 of\left(S_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt + \int_4^5 of\left(L_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt \end{aligned}$$

(5.76)

де  $\int_4^5 if\left(C_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від реалізації *ЕЛП*, який утворюється при наданні екологістичних послуг по просуванню зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 if\left(S_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt$  – вхідні потоки грошових коштів від використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of\left(R_{RMF_{[t_4;t_5]}^{42}}\right)(t)dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення просування зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of \left( S_{RMF_{[t_4:t_5]}^{42}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі руху зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4:t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of \left( L_{RMF_{[t_4:t_5]}^{42}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі руху зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4:t_5]}^{42}$  та не підлягають вторинному використанню.

Для продукту  $RV_{[t_4:t_5]}^{54}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\int_4^5 cf_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}}(t) dt = \int_4^5 if_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}}(t) dt + \int_4^5 of_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}}(t) dt = \int_4^5 if \left( S_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt + \int_4^5 of \left( S_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt + \int_4^5 of \left( R_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt + \int_4^5 of \left( L_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt$$

(5.77)

де  $\int_4^5 if \left( S_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів, що утворюються в результаті використання вторинних матеріальних ресурсів при виконанні комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_4:t_5]}^{54}$  після функціонування об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4:t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of \left( S_{RV_{[t_4:t_5]}^{54}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_4:t_5]}^{54}$  після функціонування

об'єктів інфраструктури *ЕЛС* при просуванні зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of \left( R_{RV_{[t_4;t_5]}^{54}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення

комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_4;t_5]}^{54}$  після функціонування

об'єктів інфраструктури *ЕЛС* зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ ,

$\int_4^5 of \left( L_{RV_{[t_4;t_5]}^{54}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на утилізацію

матеріальних ресурсів, що утворюються в результаті виконання комплексу дій

з відновлення екосистеми  $RV_{[t_4;t_5]}^{54}$  після функціонування об'єктів

інфраструктури *ЕЛС* зворотного матеріального потоку  $RMF_{[t_4;t_5]}^{42}$ .

Для часового інтервалу  $[t_5; t_6]$ , на протязі якого протікає заключний етап ревіталізаційної фази життєвого циклу проекту та отримується продукт  $RV_{[t_5;t_6]}^{55}$  проекту,

$$EEV_{[t_5;t_6]} \left( P_{[t_5;t_6]}^{55} \right) = \left( V \left( P_{[t_5;t_6]}^{55} \right) + CF \left( P_{[t_5;t_6]}^{55} \right) \right) \cdot (q^{55})^{-t_6}, \quad (5.78)$$

де  $V \left( P_{[t_5;t_6]}^{55} \right)$  – ринкова вартість створеного на ревіталізаційній фазі продукту

з відновлення екосистеми  $RV_{[t_5;t_6]}^{55}$ ,

$CF \left( P_{[t_5;t_6]}^{55} \right)$  – потоки грошових коштів, що генеруються продуктом  $RV_{[t_5;t_6]}^{55}$

ревіталізаційної фази проекту *ЕЛС*,

$q^{55}$  – вартість грошових коштів, що продукуються продуктом  $RV_{[t_5;t_6]}^{55}$ .



Потоки грошових коштів, що відповідають часовому інтервалу  $[t_5; t_6]$ , складаються з притоків та відтоків, які продукуються продуктом  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$ :

$$CF_{[t_5; t_6]} = CF\left(P_{[t_5; t_6]}^{55}\right) = \int_5^6 cf_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}(t) dt. \quad (5.79)$$

Для продукту  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$  грошові потоки формуються наступним чином:

$$\begin{aligned} \int_5^6 cf_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}(t) dt &= \int_5^6 if_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}(t) dt + \int_5^6 of_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}(t) dt = \int_5^6 if\left(S_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt + \\ &+ \int_5^6 of\left(S_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt + \int_5^6 of\left(R_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt + \int_5^6 of\left(L_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt, \end{aligned} \quad (5.80)$$

де  $\int_5^6 if\left(S_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt$  – вхідні потоки грошових коштів, що утворюються в результаті використання вторинних матеріальних ресурсів при виконанні комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$  після реалізації проекту *ЕЛС*,

$\int_5^6 of\left(S_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$  після реалізації проекту *ЕЛС*,

$\int_5^6 of\left(R_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}}\right)(t) dt$  – вихідні потоки грошових коштів на ресурсне забезпечення комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$  після реалізації проекту *ЕЛС*,

$\int_5^6 of \left( L_{RV_{[t_5; t_6]}^{55}} \right) (t) dt$  – вихідні потоки грошових вихідні потоки грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в результаті виконання комплексу дій з відновлення екосистеми  $RV_{[t_5; t_6]}^{55}$  після реалізації проекту ЕЛС.

Планування проекту здійснюється в умовах невизначеності майбутніх станів зовнішнього та внутрішнього середовища проекту. Врахувати багатоваріантність можливих траєкторій розвитку проекту можливо шляхом введенню нечіткості в представлену в дослідженні модель еколого-економічної цінності проекту завдяки застосуванню інструментарію теорії нечітких множин [5.19 – 5.22].

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, які різняться в залежності від ступеню деталізації інформації й розрахунків, та можуть виражатись нечіткими множинами агрегованих грошових або ресурсних показників.

Для випадку застосування *агрегованих показників* використаємо такі нечіткі множини, як:

– нечітка множина ринкової вартості

$$\left\{ V^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right); \mu_{V^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right)} \left( V^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right) \right\} \text{ продукту } P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj},$$

– нечітка множина потоків грошових коштів

$$\left\{ CF^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right); \mu_{CF^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right)} \left( CF^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right) \right\}, \text{ які генеруються продуктом}$$

$$P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj}.$$

Ступінь відповідності нечітко визначеного варіанту  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}$  стаціонарного стану проекту для часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , що належить до нечіткої множини  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$ , визначається функцією приналежності  $\mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h}$  нечіткої множини  $\left\{ W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, \mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \right\}$ .

Для кожного нечітко вираженого альтернативного варіанту стаціонарного стану проекту  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}$  визначається ступінь відхилення від оптимального варіанту  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}$ . Розрахувати її можливо, використовуючи формулу відстані Хеммінга [5.19]

$$d\left(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h; W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}\right) = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J \left( \begin{array}{l} \left( 1 - \mu_{V^h(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})} \left( V^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right) \right) + \\ + \left( 1 - \mu_{CF^h(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})} \left( CF^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right) \right) \end{array} \right), \quad (5.81)$$

де  $\left( 1 - \mu_{V^h(P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj})} \left( V^{hl} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right) \right)$  – відхилення від оптимального варіанту стаціонарного стану проекту, що відповідає часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , за показником ринкової вартості  $V \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right)$ ,

$\left(1 - \mu_{CF^h(P_{[t_i; t_{i+1}]})}^{P_{[t_i; t_{i+1}]}}(CF^{hl}(P_{[t_i; t_{i+1]}})\right)$  – відхилення від оптимального варіанту стаціонарного стану проекту, що відповідає часовому інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ , за показником потоку грошових коштів  $CF(P_{[t_i; t_{i+1}]})$ .

Для виключення з множини потенційних стаціонарних станів проекту тих варіантів, що мають неприпустимі значення параметрів продуктів, слід застосовувати порогові значення ступенів приналежності параметрів.

Для випадку застосування *агрегованих показників*:

- ринкової вартості продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$

$$V^{hl}(P_{[t_i; t_{i+1}]}) / \mu_{V^h(P_{[t_i; t_{i+1}]})}^{P_{[t_i; t_{i+1}]}}(V^{hl}(P_{[t_i; t_{i+1]}})) \geq \alpha_{V^h(P_{[t_i; t_{i+1]})}, \quad (5.82)$$

- грошових потоків, що генеруються продуктом  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$

$$CF^{hl}(P_{[t_i; t_{i+1}]}) / \mu_{CF^h(P_{[t_i; t_{i+1]}})}^{P_{[t_i; t_{i+1}]}}(CF^{hl}(P_{[t_i; t_{i+1]}})) \geq \alpha_{CF^h(P_{[t_i; t_{i+1]})}. \quad (5.83)$$

Для розрахунків на рівні *ресурсних показників* будемо застосовувати такі нечіткі множини, як

$$- \left\{ IF^{hl}\left(C_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}\right); \mu_{IF^h\left(C_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}\right)}\left(IF^{hl}\left(C_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}\right)\right) \right\} - \text{нечітка множина}$$

вхідних потоків грошових коштів від реалізації продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

$$- \left\{ IF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1}]}} \right); \mu_{IF^h \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \left( IF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \right) \right\} - \text{нечітка}$$

множина вхідних потоків грошових коштів від використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

$$- \left\{ OF^{hl} \left( R_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right); \mu_{OF^h \left( R_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \left( OF^{hl} \left( R_{P_{[t_i; t_{i+1]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \right) \right\} - \text{нечітка}$$

множина вихідних потоків грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

$$- \left\{ OF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right); \mu_{OF^h \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \left( OF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \right) \right\} - \text{нечітка}$$

множина вихідних потоків грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ ,

$$- \left\{ OF^{hl} \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right); \mu_{OF^h \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1]}}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \left( OF^{hl} \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1]}}^{P_{[t_i; t_{i+1]}}} \right)} \right) \right\} - \text{нечітка}$$

множина вихідних потоків грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}$ .

В такому випадку формула відстані Хеммінга [5.19] прийме вигляд:

$$d\left(W_{[t_i;t_{i+1}]}^h; W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}\right) = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J \left( \begin{aligned} & \left( 1 - \mu_{IF^h\left(C_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( IF^{hl} \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right) + \\ & + \left( 1 - \mu_{IF^h\left(S_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( IF^{hl} \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right) + \\ & + \left( 1 - \mu_{OF^h\left(R_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( OF^{hl} \left( R_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right) + \\ & + \left( 1 - \mu_{OF^h\left(S_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( OF^{hl} \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right) + \\ & + \left( 1 - \mu_{OF^h\left(S_{L_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( OF^{hl} \left( L_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right) \end{aligned} \right), \quad (5.84)$$

де  $\left( 1 - \mu_{IF^h\left(C_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f}\right)} \left( IF^{hl} \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1]}]}^{P^f} \right) \right) \right)$  – відхилення від оптимального варіанту стаціонарного стану проекту за показником вхідних потоків грошових коштів від реалізації продукту  $P_{[t_i;t_{i+1}]}^{P^f}$ ,

$$\left( 1 - \mu_{IF^h} \left( S_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \left( IF^{hl} \left( S_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \right) \right) - \text{в\ddot{d}хилення\ \text{в\ddot{d}}\ \text{оптимального}}$$

варіанту стаціонарного стану проекту за показником вхідних потоків грошових коштів від використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ ,

$$\left( 1 - \mu_{OF^h} \left( R_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \left( OF^{hl} \left( R_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \right) \right) - \text{в\ddot{d}хилення\ \text{в\ddot{d}}\ \text{оптимального}}$$

варіанту стаціонарного стану проекту за показником вихідних потоків грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ ,

$$\left( 1 - \mu_{OF^h} \left( S_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \left( OF^{hl} \left( S_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \right) \right) - \text{в\ddot{d}хилення\ \text{в\ddot{d}}\ \text{оптимального}}$$

варіанту стаціонарного стану проекту за показником вихідних потоків грошових коштів на використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ ,

$$\left( 1 - \mu_{OF^h} \left( S_{L^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \left( OF^{hl} \left( L_{P^{ff}}^{[t_i; t_{i+1}]} \right) \right) \right) - \text{в\ddot{d}хилення\ \text{в\ddot{d}}\ \text{оптимального}}$$

варіанту стаціонарного стану проекту за показником вихідних потоків грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$ .

Для виключення з множини потенційних стаціонарних станів проекту тих варіантів, що мають неприпустимі значення параметрів продуктів, використаємо на рівні *ресурсних показників* порогові значення ступенів приналежності параметрів:

- притоків грошових коштів від реалізації продукту  $P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}$

$$IF^{hl} \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) / \mu_{IF^h \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)} \left( IF^{hl} \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) \right) \geq \alpha_{IF^h \left( C_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)}, \quad (5.85)$$

- вхідних потоків грошових коштів від використання вторинних матеріальних ресурсів, які утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}$

$$IF^{hl} \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) / \mu_{IF^h \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)} \left( IF^{hl} \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) \right) \geq \alpha_{IF^h \left( S_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)}, \quad (5.86)$$

- вихідних потоків грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту  $P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}$

$$OF^{hl} \left( R_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) / \mu_{OF^h \left( R_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)} \left( OF^{hl} \left( R_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right) \right) \geq \alpha_{OF^h \left( R_{P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}} \right)}, \quad (5.87)$$

- відтоків грошових коштів на ресурсне забезпечення створення продукту  $P_{[t_i;t_{i+1}]}^{fj}$



$$OF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right) / \mu_{OF^h \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right)} \left( OF^{hl} \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right) \right) \geq \alpha_{OF^h \left( S_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right)},$$

(5.88)

– відтоків грошових коштів на утилізацію матеріальних ресурсів, що утворюються в процесі створення продукту  $P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}$

$$OF^{hl} \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right) / \mu_{OF^h \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right)} \left( OF^{hl} \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right) \right) \geq \alpha_{OF^h \left( L_{P_{[t_i; t_{i+1}]}^{ff}} \right)}.$$

(5.89)

Чим менше отримане значення відстані Хеммінга, тим в більшій мірі нечітко виражений альтернативний варіант стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}$  проекту відповідає оптимальному варіанту  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}$ .

Запропонована нечітка модель дозволяє врахувати багатоваріантність альтернатив стаціонарних станів проекту *ЕЛС* в умовах невизначеності.

### 5.3 Формування траєкторії розвитку проекту екологістичної системи

Після розрахунку  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]})$  альтернативних варіантів стаціонарних станів проекту *ЕЛС* з множини  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h (h = \overline{1; H})$ , що формується на кожному часовому інтервалі  $[t_i; t_{i+1}]$ , можливо визначити загальну  $EEV$  проекту *ЕЛС*, застосовуючи інструментарій математичного програмування – динамічне моделювання [5.17].

Розрахунок  $EEV$  проекту слід здійснювати з використанням рекурентного рівняння, що виражає умовний виграш для попереднього

стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту через вже відоме значення наступного стаціонарного стану  $W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}$ .

Рекурентне рівняння в моделі наступне

$$EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^*) = \max \left\{ EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h) + EEV(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*) \right\}, \quad (5.90)$$

де  $EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^*)$  – сумарна  $EEV$  стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^*$  проекту;

$EEV(W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*)$  – сумарна  $EEV$  стаціонарного стану  $W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^*$  проекту;

$EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h)$  –  $EEV$  альтернативного варіанту стаціонарного стану  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^h$  проекту.

Для проекту  $ЕЛС$  розрахунок починається з стаціонарного стану  $W_{[t_5; t_6]}$ , що відповідає останньому етапу ревіталізаційної фази проекту.

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

$$G = \left\{ W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}, Z \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt} \left( W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{opt} \right) \right) \right\}, \quad (i = \overline{0; I-1}), \quad (5.91)$$

де  $W_{[t_i; t_{i+1}]}^{opt}$  – множина вершин, що відповідають кінцевій множині оптимальних стаціонарних станів проекту  $ЕЛС$ ,

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

Побудова траєкторії розвитку проекту здійснюється через знаходження на графі шляху з початкової вершини до кінцевої, що відповідає максимальному значенню  $EEV$  проекту (рис. 5.2).

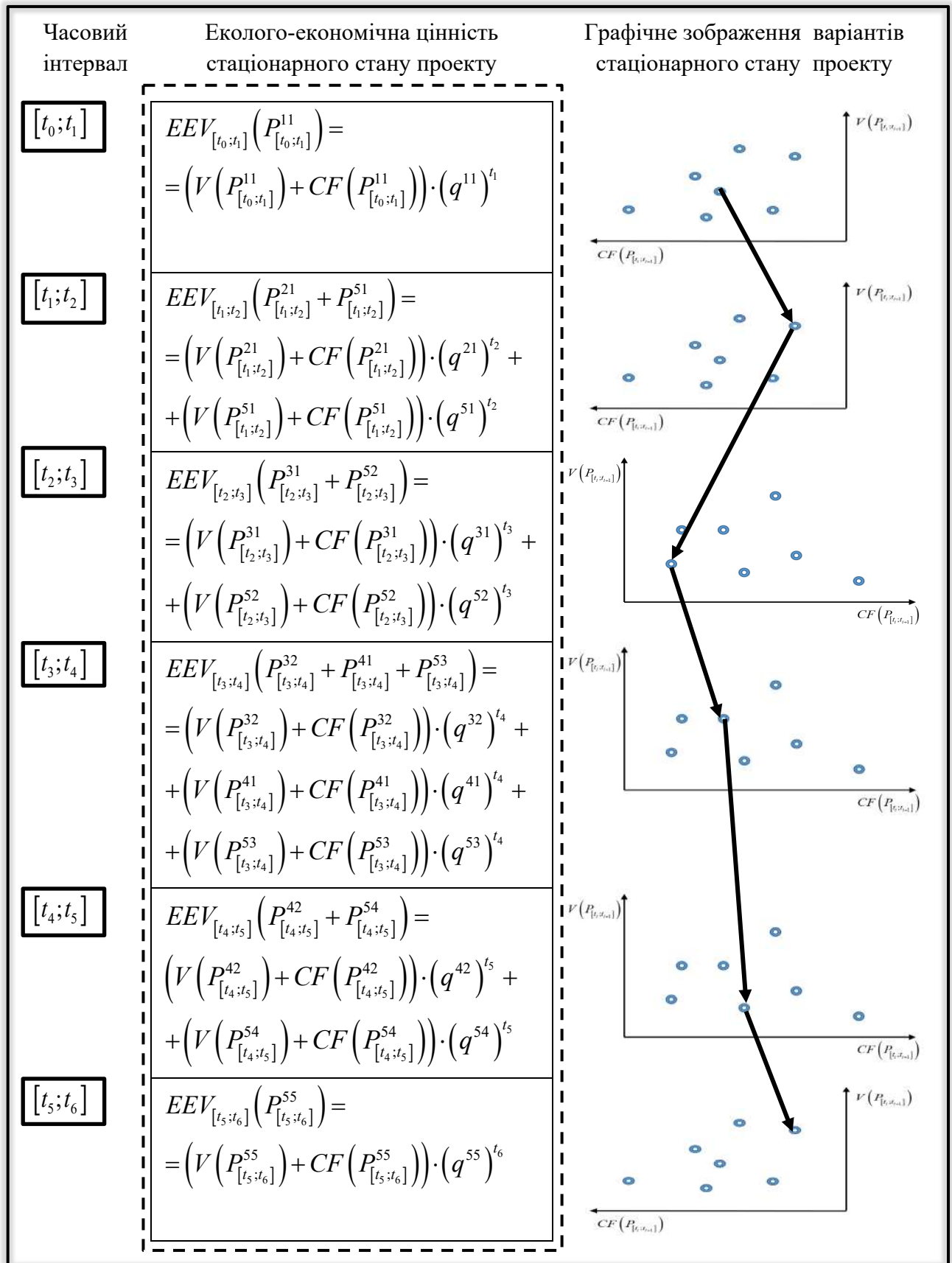


Рисунок 5.2 – Траєкторія розвитку проекту ЕЛС

В невизначених умовах траєкторія розвитку проекту представляє собою нечіткий граф

$$G = \left\{ \begin{array}{l} W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, \mu_{W_{[t_i; t_{i+1}]}^h} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right); \\ Z \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl} \right), \mu_{(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^h)} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1}; t_{i+2}]}^{hl} \right) \end{array} \right\}, \quad (5.92)$$

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,

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

Оцінити ефективність нечітко вираженого стаціонарного стану проекту можливо завдяки значенню функції приналежності  $\mu_{EEV} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right)$  критерію

*EEV*. Для кожного стаціонарного стану формується нечітка множина *EEV*

$$\left\{ EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right); \mu_{EEV} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \left( EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \right) \right\}.$$

Розраховується значення функції приналежності *EEV* стаціонарного стану як сумарне значення функцій приналежності *EEV* продуктів, що формують даний стаціонарний стан

$$\begin{aligned} & EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) / \mu_{EEV} \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \left( EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \right) = \\ & = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J EEV^k \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) / \mu_{EEV} \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \left( EEV^k \left( P_{[t_i; t_{i+1}]}^{fj} \right) \right). \end{aligned} \quad (5.93)$$

Реалізація проекту *ЕЛС* здійснюється в умовах невизначеності, тому перехід проекту з одного нечітко визначеного стану 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

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

(5.94)

де  $EEV\left(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl*}\right)$  – сумарна *EEV* стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl*}$  проекту;

$p\left(W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}, W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl}\right)$  – вірогідність переходу зі стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$  до стану  $W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl}$  проекту,

$W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$  – *EEV* стаціонарного стану  $W_{[t_i;t_{i+1}]}^{hl}$  проекту;

$EEV\left(W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl*}\right)$  – сумарна *EEV* стаціонарного стану  $W_{[t_{i+1};t_{i+2}]}^{hl}$  проекту.

Визначити траєкторію розвитку проекту в умовах невизначеності можливо завдяки застосуванню нечітко визначених значень *EEV* стаціонарних станів проекту, що відповідають часовим інтервалам  $[t_i;t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ) (рис. 5.3).

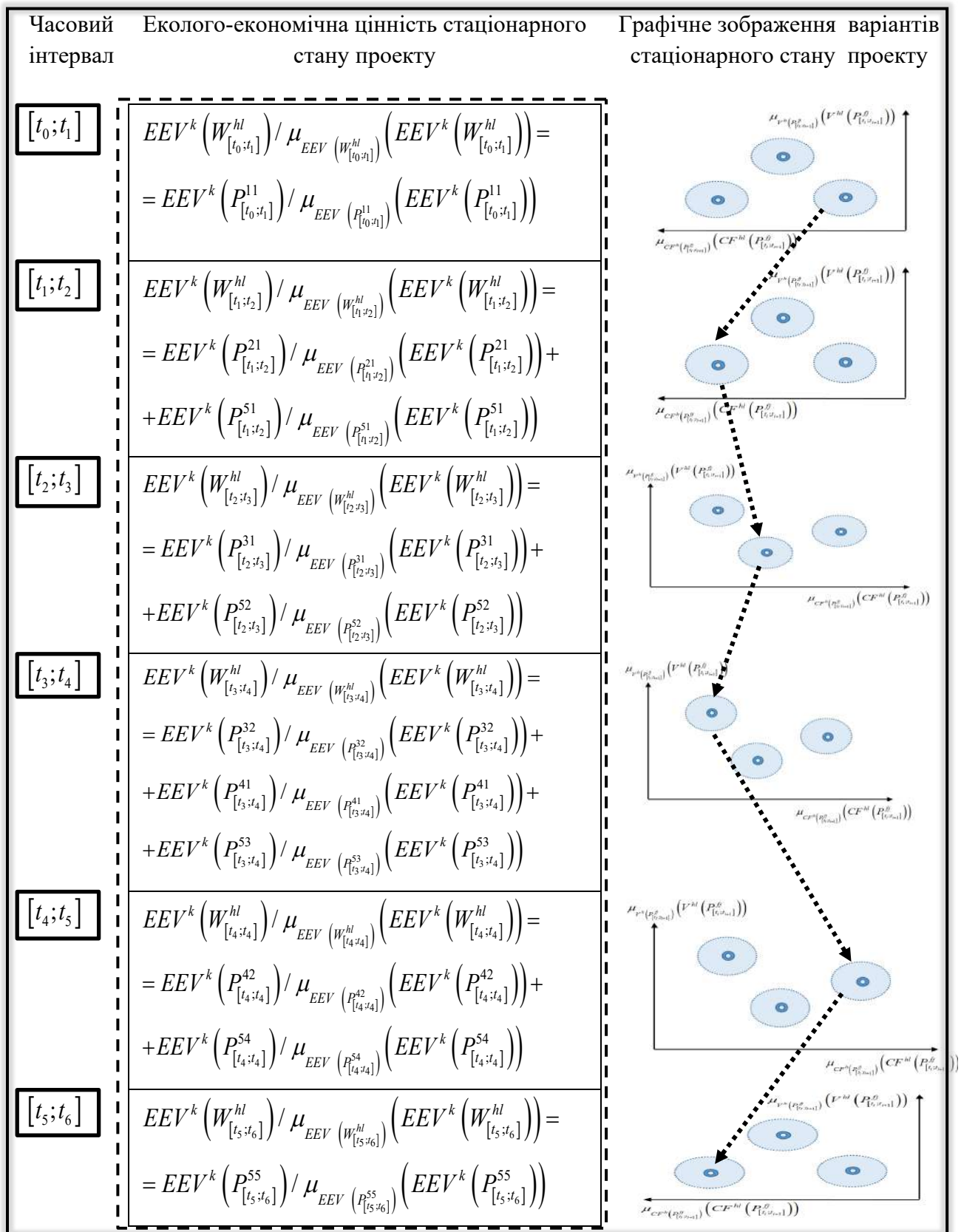


Рисунок 5.3 – Траекторія розвитку проекту ЕЛС умовах невизначеності

Значення нечітко визначеної  $EEV$  стаціонарного стану проекту прагне до максимуму відповідності оптимальному значенню, визначеному для детермінованих умов.

Визначити ступінь відповідності можна використовуючи значення функції приналежності :

–  $EEV$  стаціонарного стану проекту

$$EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) / \mu_{EEV(W_{[t_i; t_{i+1}]}^h)} \left( EEV^k \left( W_{[t_i; t_{i+1}]}^{hl} \right) \right),$$

– загальної  $EEV$  проекту

$$EEV^k \left( W_{[t_5; t_6]}^{hl*} \right) / \mu_{EEV(W_{[t_5; t_6]}^{hl*})} \left( EEV^k \left( W_{[t_5; t_6]}^{hl*} \right) \right).$$

Завдяки побудові траєкторії розвитку проекту *ЕЛС* на протязі всього *ЖЦ*, яка базуватиметься на переході проекту з попереднього стаціонарного стану до наступного та враховуватиме невизначеність умов реалізації проекту, можливо досягти максимального значення  $EEV$  проекту *ЕЛС*.

## 5.4 Висновки до розділу 5

1. На основі конвергенції системного та фізичного підходів розроблено моделі збалансованого управління ресурсами проектів *ЕЛС*: математична модель метаболізму стаціонарного стану проекту *ЕЛС*, динамічна математична модель траєкторії розвитку проекту *ЕЛС*, математична модель нечітко визначеної траєкторії розвитку проекту *ЕЛС*.

2. Розроблено систему балансових рівнянь стаціонарного стану проекту *ЕЛС*. Відповідно до закону збереження енергії кількість ресурсів, що потрапляють до проекту, витрачаються на створення продукту (кінцевого, в випадку кінцевого стану – завершення проекту, або проміжного, в випадку проміжного стану – етапу або фази проекту) та виробляють певну кількість відходів, що підлягають та не підлягають вторинному використанню.

3. Математична модель метаболізму стаціонарного стану проекту дозволяє здійснювати збалансоване управління ресурсами на різних етапах *ЖЦ* проекту *ЕЛС* завдяки визначенню оптимального співвідношення

матеріальних ресурсів у ресурсному балансі, що дозволяє забезпечити гомеостаз системи та мінімізувати екодеструктивний вплив на навколишнє середовище.

4. Враховуючи специфічні особливості *ЕЛС*, в якості критерію ефективності проекту запропоновано застосовувати показник – еколого-економічну цінність проекту, *Ecological and Economic Value (EEV)*, який відображає 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.

5. Розроблена динамічна математична модель траєкторії розвитку проекту *ЕЛС* на протязі *ЖЦ*, завдяки якій будується така траєкторія розвитку, що дозволяє досягти максимального значення еколого-економічної цінності проекту.

6. Запропонована математична модель траєкторії розвитку проекту *ЕЛС* з урахування невизначеності умов реалізації проекту дозволяє побудувати нечітку траєкторію розвитку проекту максимально наближену до траєкторії розвитку проекту в детермінованих умовах.

## 5.5 Список використаних джерел до розділу 5

- 5.1 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*. Collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. Riga : ISMA, 2019. P. 322–330.
- 5.2 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-Миколаїв, С. 78–80.*
- 5.3 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.*
- 5.4 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.
- 5.5 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.*
- 5.6 Ковтун Т.А. Системний підхід до ідентифікації проектних ризиків. Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». Київ (Миколаїв), 2015. С. 67–69.
- 5.7 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.
- 5.8 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. та ін. Одеса, 2016. С. 95–99.*

- 5.9 Мельник Л.Г. Информационная экономика. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2003. 288 с.
- 5.10 Словник іншомовних слів / за ред. О. С. Мельничук. Київ : Головна редакція української радянської енциклопедії, 1977. 776 с.
- 5.11 Ковтун Т.А. Сравнительный анализ понятийного аппарата управления проектами и генетики. *Инновационные подходы к развитию менеджмента*. Коллективна монографія. Одесса, КУПРИЕНКО СВ, 2015. С. 149–160.
- 5.12 Экономика предприятия : учебн. пособ. / гл. ред. Л.Г. Мельник. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2003. 638 с.
- 5.13 Мельник Л.Г. Фундаментальные основы развития. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2003. 288 с.
- 5.14 Трофимова Т.И. Справочник по физике. Москва : ООО Издательство «Астрель», 2011. 399 с.
- 5.15 Савольев И.В. Курс общей физики. Т. 3. Молекулярная физика и термодинамика. Москва : Лань, 2011. 224 с.
- 5.16 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.
- 5.17 Вентцель Е.С. Исследование операций : задачи, принципы, методология : учебное пособие / Е.С. Вентцель. Москва : КНОРУС, 2013. 192 с.
- 5.18 Таха Х. Введение в исследование операций: в 2 кн. Кн. 1 / пер. с англ. Москва : Мир, 1985. 479 с.
- 5.19 Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д.А. Поспелова. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. 312 с.
- 5.20 Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. Москва : Наука. Главн. ред. физ.-мат. лит-ры, 1981. 208 с.

- 5.21 Модели управления проектами в нестабильной экономической среде: монография / А. П. Белый и др. Донецк : ООО «Юго-Восток, Лтд», 2003. 292 с.
- 5.22 Павлов А.Н., Соколов Б.В. Принятие решений в условиях нечеткой информации : учеб. пособие. ГУАП СПб., 2006. 72 с.

Результати дослідження розділу 5 представлено в публікаціях [5.1 – 5.8, 5.11].

**РОЗДІЛ 6**  
**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ**  
**КОНВЕРГЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ**  
**ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ**

**6.1 Експериментальні розрахунки щодо моделювання екологістичної системи**

При проведенні експериментальних розрахунків задля підтвердження адекватності математичної моделі формування *ЕЛС* застосовуються наступні вхідні дані [6.1, 6.2]:

- $cf_{ij}^{pl}$  – 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  $p$  ( $p = \overline{1; P}$ );
- $cf_i^u$  – потоки грошових коштів, що утворюються при утилізації одиниці матеріального потоку в ланці  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) *ЛЛ*;
- $a_j$  – кількість продукції, яка поступає в ланку  $j$  ( $j = \overline{J_{CC}; J_{RC}}$ ) зворотного *ЛЛ*;
- $b_i$  – кількість продукції, яка виходить з ланки  $i$  ( $i = \overline{I_{CU}; I_{RC}}$ ) зворотного *ЛЛ*;
- $g_j$  – кількість зворотної продукції, в якій є потреба в ланці  $j$  ( $j = \overline{J_{CC}; J_{RC}}$ ) *ЛЛ*;
- $h_j$  – кількість зворотної продукції, в якій є потреба в ланці  $j$  ( $j = \overline{J_{RP}; J_{CU}}$ ) *ЛЛ*;

- $k_{dj}$  – 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;
- $k_r$  – коефіцієнт утилізації в зворотному ЛЛ.

В координатній формі цільова функція математичної моделі ЕЛС – загальні потоки грошових коштів від організації зворотного (рециклінго-утилізаційного) потоку матеріальних ресурсів в ЛЛ, відповідно (2.1) прийме вигляд

$$\begin{aligned}
 CF = & cf_{56}^{11} x_{56}^{11} + cf_{56}^{12} x_{56}^{12} + cf_{58}^{21} x_{58}^{21} + cf_{56}^{22} x_{56}^{22} + cf_{56}^{31} x_{56}^{31} + cf_{56}^{32} x_{56}^{32} + cf_{56}^{41} x_{56}^{41} + \\
 & + cf_{56}^{42} x_{56}^{42} + cf_{56}^{43} x_{56}^{43} + cf_{56}^{51} x_{56}^{51} + cf_{56}^{61} x_{56}^{61} + cf_{56}^{62} x_{56}^{62} + cf_{58}^{63} x_{58}^{63} + cf_{58}^{64} x_{58}^{64} + cf_5^u x_5^u + \\
 & + cf_{67}^{11} x_{67}^{11} + cf_{67}^{12} x_{67}^{12} + cf_{68}^{22} x_{68}^{22} + cf_{64}^{31} x_{64}^{31} + cf_{68}^{32} x_{68}^{32} + cf_{63}^{41} x_{63}^{41} + cf_{68}^{42} x_{68}^{42} + cf_{67}^{43} x_{67}^{43} + \\
 & + cf_{68}^{51} x_{68}^{51} + cf_{67}^{61} x_{67}^{61} + cf_{61}^{62} x_{61}^{62} + cf_{67}^{63} x_{67}^{63} + cf_{61}^{64} x_{61}^{64} + cf_6^u x_6^u + cf_{73}^{11} x_{73}^{11} + cf_{72}^{12} x_{72}^{12} + \\
 & + cf_{72}^{43} x_{72}^{43} + cf_{71}^{61} x_{71}^{61} + cf_{71}^{63} x_{71}^{63} + cf_7^u x_7^u + cf_{83}^{21} x_{83}^{21} + cf_{83}^{22} x_{83}^{22} + cf_{84}^{32} x_{84}^{32} + cf_{83}^{42} x_{83}^{42} + \\
 & + cf_{85}^{51} x_{85}^{51} + cf_{86}^{63} x_{86}^{63} + cf_{86}^{64} x_{86}^{64} + cf_8^u x_8^u \rightarrow \max
 \end{aligned}
 \tag{6.1}$$

Для вирішення задачі створення ЕЛС використано наступні значення вартості просування по ЛЛ одиниці матеріального потоку (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Вхідні дані задачі (коефіцієнти при параметрах управління)

Коефіцієнти при параметрах управління	Значення коефіцієнтів при параметрах управління, у.о.
1	2
$cf_{56}^{11}; cf_{56}^{12}; cf_{56}^{22}; cf_{56}^{31}; cf_{56}^{32}; cf_{56}^{41};$ $cf_{56}^{42}; cf_{56}^{43}; cf_{56}^{51}; cf_{56}^{61}; cf_{56}^{62}$	32
$cf_{58}^{21}; cf_{58}^{63}; cf_{58}^{64}$	46
$cf_5^u$	17
$cf_{61}^{62}; cf_{61}^{64}$	54
$cf_{63}^{41}$	31
$cf_{64}^{31}$	32

Продовження табл. 6.1

1	2
$cf_{67}^{11}; cf_{67}^{12}; cf_{67}^{43}; cf_{67}^{61}; cf_{67}^{63}$	44
$cf_{68}^{22}; cf_{68}^{32}; cf_{68}^{42}; cf_{68}^{51}$	29
$cf_6^u$	25
$cf_{71}^{61}; cf_{71}^{63}$	38
$cf_{72}^{12}; cf_{72}^{43}$	26
$cf_{73}^{11}$	42
$cf_7^u$	34
$cf_{83}^{21}; cf_{83}^{22}; cf_{83}^{42}$	53
$cf_{84}^{32}$	58
$cf_{85}^{51}$	37
$cf_{86}^{63}; cf_{86}^{64}$	24
$cf_8^u$	27

Обмеження в математичній моделі мають вигляд:

- на повернення або утилізацію всієї продукції, що поступає в ланки зворотного ЛЛ, враховуючи (2.2)

$$x_{56}^{11} + x_{56}^{12} + x_{56}^{22} + x_{56}^{31} + x_{56}^{32} + x_{56}^{41} + x_{56}^{42} + x_{56}^{43} + x_{56}^{51} + x_{56}^{61} + x_{56}^{62} + x_{56}^{63} + x_{56}^{64} = a_6, \quad (6.2)$$

$$x_{67}^{11} + x_{67}^{12} + x_{67}^{43} + x_{67}^{61} + x_{67}^{63} = a_7, \quad (6.3)$$

$$x_{58}^{21} + x_{58}^{63} + x_{58}^{64} + x_{68}^{31} + x_{68}^{32} + x_{68}^{42} + x_{68}^{51} = a_8. \quad (6.4)$$

Прийmemo  $a_j = b_i; \forall i = j$ , тоді відповідно (2.3)

$$x_{56}^{11} + x_{56}^{12} + x_{56}^{21} + x_{56}^{22} + x_{56}^{31} + x_{56}^{32} + x_{56}^{41} + x_{56}^{42} + x_{56}^{43} + x_{56}^{51} + x_{56}^{61} + x_{56}^{62} + x_{56}^{63} + x_{58}^{64} + x_5^u = b_5, \quad (6.5)$$

$$x_{67}^{11} + x_{67}^{12} + x_{68}^{22} + x_{64}^{31} + x_{68}^{32} + x_{63}^{41} + x_{68}^{42} + x_{67}^{43} + x_{68}^{51} + x_{67}^{61} + x_{61}^{62} + x_{67}^{63} + x_{64}^{61} + x_6^u = b_6, \quad (6.6)$$

$$x_{73}^{11} + x_{72}^{12} + x_{72}^{43} + x_{71}^{61} + x_{71}^{63} + x_7^u = b_7, \quad (6.7)$$

$$x_{83}^{21} + x_{83}^{22} + x_{84}^{32} + x_{83}^{42} + x_{85}^{51} + x_{86}^{63} + x_{86}^{64} + x_8^u = b_8. \quad (6.9)$$

- на неперевищення потреб у зворотному матеріальному потоці ланок зворотного  $ЛЛ$ , відповідно (2.4)

$$x_{56}^{11} + x_{56}^{12} + x_{56}^{22} + x_{56}^{31} + x_{56}^{32} + x_{56}^{41} + x_{56}^{42} + x_{56}^{43} + x_{56}^{51} + x_{56}^{61} + x_{56}^{62} + x_{86}^{63} + x_{56}^{64} \leq g_6, \quad (6.10)$$

$$x_{67}^{11} + x_{67}^{12} + x_{67}^{43} + x_{67}^{61} + x_{67}^{63} \leq g_7, \quad (6.11)$$

$$x_{58}^{21} + x_{58}^{63} + x_{58}^{64} + x_{68}^{31} + x_{68}^{32} + x_{68}^{42} + x_{68}^{51} \leq g_8. \quad (6.12)$$

- на потреби ланок прямого  $ЛЛ$  у зворотному матеріальному потоці, відповідно (2.5)

$$x_{61}^{62} + x_{61}^{64} + x_{71}^{61} + x_{71}^{63} \leq h_1, \quad (6.13)$$

$$x_{72}^{12} + x_{72}^{64} \leq h_2, \quad (6.14)$$

$$x_{63}^{41} + x_{73}^{11} + x_{83}^{21} + x_{83}^{22} + x_{83}^{42} \leq h_3, \quad (6.15)$$

$$x_{64}^{31} + x_{84}^{32} \leq h_4, \quad (6.16)$$

$$x_{85}^{51} + x_{86}^{63} + x_{86}^{64} \leq h_5. \quad (6.17)$$

- на максимальний обсяг утилізації продукції в ланках прямого  $ЛЛ$ , відповідно (2.6)

$$x_1^u \leq k_{d_1} x_{01}, \quad (6.18)$$

$$x_2^u \leq k_{d_2} x_{12}, \quad (6.19)$$

$$x_3^u \leq k_{d_3} x_{23}, \quad (6.20)$$

$$x_4^u \leq k_{d_4} x_{34}. \quad (6.21)$$

- на максимальний обсяг утилізації продукції ланками зворотного ЛЛ, відповідно (2.7)

$$x_5^u + x_6^u + x_7^u + x_8^u \leq k_r (x_0 - x_1^u - x_2^u - x_3^u - x_4^u). \quad (6.22)$$

Чисельні значення обмежень задачі представлено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вхідні дані задачі (обмеження)

Обмеження	Значення змінних, у.о.
$g_6$	5000
$g_7$	5000
$g_8$	5000
$h_1$	500
$h_2$	600
$h_3$	600
$h_4$	1000
$h_5$	2000
$k_{d_1}$	0,1
$k_{d_2}$	0,1
$k_{d_3}$	0,1
$k_{d_4}$	0,1
$k_r$	0,2

Параметрами управління в математичній моделі є:

- $x_{ij}^{pl}$  – 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  $p$  ( $p = \overline{1; P}$ );



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

В результаті вирішення задачі симплекс-методом [6.3 – 6.5], отримаємо наступні результати (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Результати вирішення задачі моделювання ЕЛС

Ланка $i$	Ланка $j$	Циркулярний процес $p$	Логістична петля $l$	Параметр управління $x_{ij}^{pl}$	Значення параметру управління
1	2	3	4	5	6
5 CU	6 CC	1	1	$x_{56}^{11}$	600
	6 CC	1	2	$x_{56}^{12}$	0
	8 RC	2	1	$x_{58}^{21}$	0
	6 CC	2	2	$x_{56}^{22}$	0
	6 CC	3	1	$x_{58}^{31}$	0
	6 CC	3	2	$x_{56}^{32}$	1000
	6 CC	4	1	$x_{56}^{41}$	0
	6 CC	4	2	$x_{56}^{42}$	0
	6 CC	4	3	$x_{56}^{43}$	600
	6 CC	5	1	$x_{56}^{51}$	2000
	6 CC	6	1	$x_{56}^{61}$	500
	6 CC	6	2	$x_{56}^{62}$	0
	8 RC	6	3	$x_{58}^{63}$	0
	8 RC	6	4	$x_{58}^{64}$	0
		U 5		$x_5^u$	602
6CC	7 SC	1	1	$x_{67}^{11}$	600
	7 SC	1	2	$x_{67}^{12}$	0
	8 RC	2	2	$x_{68}^{22}$	0
	4 SP	3	1	$x_{64}^{31}$	0
	8 RC	3	2	$x_{68}^{32}$	1000

Продовження табл. 6.3

1	2	3	4	5	6
	3 <i>PM</i>	4	1	$x_{63}^{41}$	0
	8 <i>RC</i>	4	2	$x_{68}^{42}$	0
	7 <i>SC</i>	4	3	$x_{67}^{43}$	600
	8 <i>RC</i>	5	1	$x_{68}^{51}$	2000
	7 <i>SC</i>	6	1	$x_{67}^{61}$	500
	1 <i>RP</i>	6	2	$x_{61}^{62}$	0
	7 <i>SC</i>	6	3	$x_{67}^{63}$	0
	1 <i>RP</i>	6	4	$x_{61}^{64}$	0
		<i>U 6</i>		$x_6^u$	0
7 <i>SC</i>	3 <i>PM</i>	1	1	$x_{73}^{11}$	600
	2 <i>DM</i>	1	2	$x_{72}^{12}$	0
	2 <i>DM</i>	4	3	$x_{72}^{43}$	600
	1 <i>RP</i>	6	1	$x_{71}^{61}$	500
	1 <i>RP</i>	6	3	$x_{71}^{63}$	0
		<i>U 7</i>		$x_7^u$	0
8 <i>RC</i>	3 <i>PM</i>	2	1	$x_{83}^{21}$	0
	3 <i>PM</i>	2	2	$x_{83}^{22}$	0
	4 <i>SP</i>	3	2	$x_{84}^{32}$	1000
	3 <i>PM</i>	4	2	$x_{83}^{42}$	0
	5 <i>CU</i>	5	1	$x_{85}^{51}$	2000
	6 <i>CC</i>	6	3	$x_{86}^{63}$	0
	6 <i>CC</i>	6	4	$x_{86}^{64}$	0
		<i>U 8</i>		$x_8^u$	0

Експериментальні розрахунки підтвердили адекватність моделі та дозволили розподілити матеріальні потоки по циркулярним процесам таким чином, як представлено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Логістичні петлі зворотних ЛЛ

Циркулярний процес	Логістична петля	Зворотний матеріальний потік				
1 <i>recover</i>	1	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>SC</i>	<i>PM</i>	
		600	600	600	600	
	2	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>SC</i>	<i>DM</i>	
		0	0	0	0	
2 <i>refurbish/ remanufacture</i>	1	<i>CU</i>	<i>RC</i>	<i>PM</i>		
		0	0	0		
	2	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>RC</i>	<i>PM</i>	
		0	0	0	0	
3 <i>reuse</i>	1	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>SP</i>		
		0	0	0		
	2	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>RC</i>	<i>SP</i>	
		1000	1000	1000	1000	
4 <i>repurpose</i>	1	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>PM</i>		
		0	0	0		
	2	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>RC</i>	<i>PM</i>	
		0	0	0	0	
	3	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>SC</i>	<i>DM</i>	
		600	600	600	600	
5 <i>repair</i>	1	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>RC</i>	<i>CU</i>	
		2000	2000	2000	2000	
6 <i>recycle</i>	1	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>SC</i>	<i>RP</i>	
		500	500	500	500	
	2	<i>CU</i>	<i>CC</i>	<i>RP</i>		
		0	0	0		
	3	<i>CU</i>	<i>RC</i>	<i>CC</i>	<i>SC</i>	<i>RP</i>
		0	0	0	0	0
	4	<i>CU</i>	<i>RC</i>	<i>CC</i>	<i>RP</i>	
		0	0	0	0	

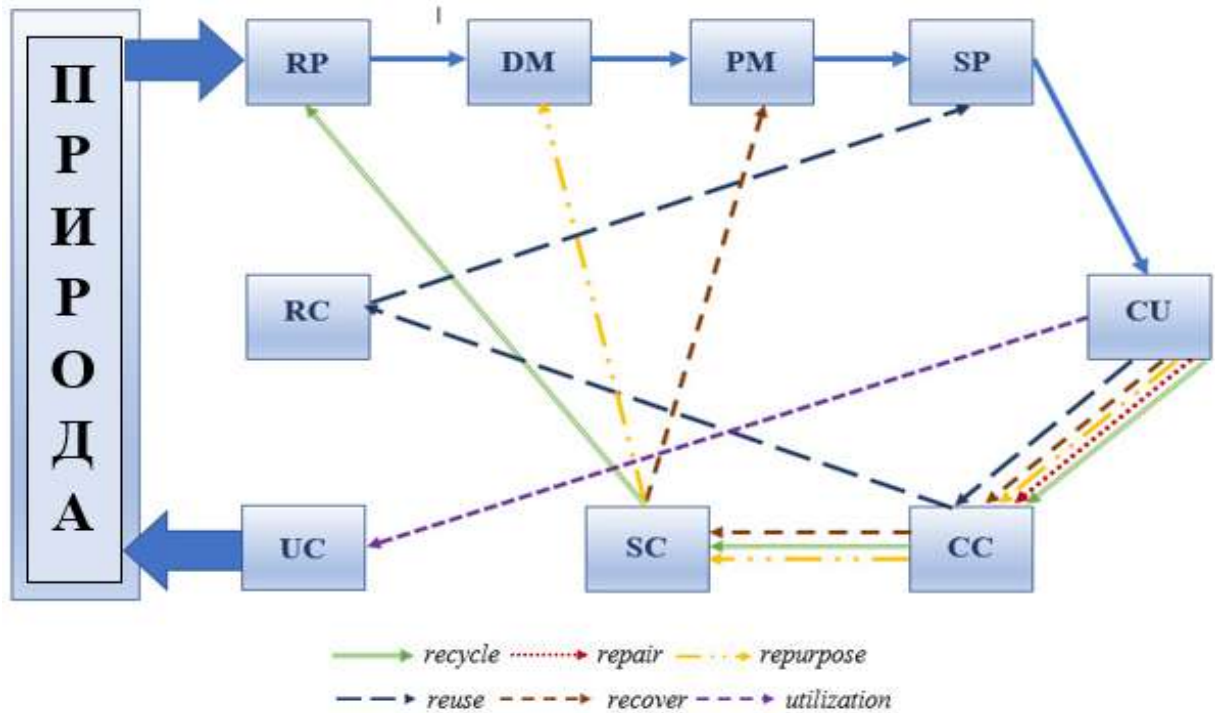


Рисунок 6.1 – Експериментально отримана замкнута повна ЕЛС

При вирішенні задачі витримані всі обмеження та досягнуто максимальне значення цільової функції (загальних грошових потоків) – 514242 у.о. При цьому 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*.

## 6.2 Експериментальні розрахунки щодо створення конфігурації продуктів проекту

Формування конфігурації продуктів фаз ЖЦ проекту включає наступні етапи: специфікація параметрів продуктів, кластеризація продуктів, структуризація кластерів продуктів, ідентифікація продуктів.

Специфікація параметрів продуктів полягає в створенні описових моделей, в яких відображено множину необхідних для характеристики продукту фази ЖЦ проекту параметрів (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Описові моделі продуктів проекту ЕЛС

Варіанти продуктів	ПД			ЕЛС			ЛП			ЕЛП			ЕС		
	Параметри продуктів														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	7	9	5	7	2	3	1	5	6	9	4	2
2	3	4	5	9	7	2	6	4	4	6	3	2	8	9	4
3	1	6	4	8	3	5	4	9	7	5	6	8	4	1	5
4	4	5	6	9	7	4	2	6	5	8	9	4	6	5	2
5	2	1	6	4	9	7	2	5	6	4	8	9	5	1	2
6	3	4	6	9	5	2	1	6	5	4	2	3	6	7	8
7	6	2	5	6	4	5	6	9	7	5	1	3	5	6	4
8	4	6	5	4	8	4	1	3	5	1	6	9	7	5	3
9	3	6	4	5	6	5	4	5	8	9	6	1	2	4	6
10	2	6	4	2	7	9	2	3	6	4	5	8	2	1	6

Відповідно до отриманої в процесі специфікації інформації, здійснюється кластеризація продуктів, що передбачає створення інформаційних моделей кластерів продуктів, які містять інформацію про множину продуктів фаз ЖЦ проекту, що мають близькі значення параметрів (рис. 6.2 – 6.9).

Кластер $C^3$	Кластер $C^4$	$\mu_{\tilde{R}}(C^3, C^4)$
2	3	0,7
	4	0,6
	5	0,5
	10	0,3
3	3	0,4
	4	0,5
	5	0,6
	10	0,8
7	3	0,4
	4	0,5
	5	0,2
	10	0,6
9	3	0,3
	4	0,5
	5	0,6
	10	0,8

Рисунок 6.2 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^3$  та  $C^4$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^4$	Кластер $C^2$	$\mu_R(C^4, C^2)$
3	1	0,5
	4	0,9
	5	0,8
	7	0,6
	8	0,5
	9	0,4
4	1	0,9
	4	0,5
	5	0,6
	7	0,8
	8	0,7
	9	0,2
5	1	0,6
	4	0,5
	5	0,4
	7	0,7
	8	0,3
	9	0,4
10	1	0,4
	4	0,6
	5	0,2
	7	0,8
	8	0,3
	9	0,6

Рисунок 6.3 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^4$  та  $C^2$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^2$	Кластер $C^5$	$\mu_R(C^2, C^5)$
1	2	0,3
	6	0,5
	7	0,6
4	2	0,4
	6	0,8
	7	0,7
5	2	0,5
	6	0,6
	7	0,3
7	2	0,8
	6	0,4
	7	0,6
8	2	0,9
	6	0,4
	7	0,5
9	2	0,5
	6	0,6
	7	0,3

Рисунок 6.4 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^2$  та  $C^5$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^3$	Кластер $C^2$	$\mu_R(C^3, C^2)$
2	1	0,5
	4	0,6
	5	0,4
	7	0,5
	8	0,3
	9	0,7
3	1	0,6
	4	0,5
	5	0,4
	7	0,6
	9	0,2
7	1	0,4
	4	0,6
	5	0,8
	7	0,4
	8	0,3
	9	0,6
9	1	0,3
	4	0,5
	5	0,9
	7	0,4
	8	0,7
	9	0,6

Рисунок 6.5 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^3$  та  $C^2$  продуктів фаз  
ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^2$	Кластер $C^1$	$\mu_R(C^2, C^1)$
1	4	0,5
	8	0,6
4	4	0,5
	8	0,3
5	4	0,4
	8	0,8
7	4	0,7
	8	0,2
8	4	0,6
	8	0,4
9	4	0,3
	8	0,5

Рисунок 6.6 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^2$  та  $C^1$  продуктів фаз  
ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^4$	Кластер $C^1$	$\mu_R(C^4, C^1)$
3	4	0,2
	8	0,6
4	4	0,5
	8	0,3
5	4	0,5
	8	0,4
10	4	0,6
	8	0,7

Рисунок 6.7 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^4$  та  $C^1$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^5$	Кластер $C^1$	$\mu_R(C^5, C^1)$
2	4	0,5
	8	0,6
6	4	0,6
	8	0,3
7	4	0,7
	8	0,5

Рисунок 6.8 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^5$  та  $C^1$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Кластер $C^3$	Кластер $C^1$	$\mu_R(C^3, C^1)$
2	4	0,5
	8	0,4
3	4	0,3
	8	0,6
7	4	0,7
	8	0,5
9	4	0,6
	8	0,4

Рисунок 6.9 – Нечіткі відношення між кластерами  $C^3$  та  $C^1$  продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС



Нечіткі відношення між кластерами продуктів фаз проекту задаються за допомогою їх функцій приналежності [6.6 – 6.8], які відображають ступінь відповідності між кластерами продуктів, що знаходяться на відповідних рівнях мережі та мають інтеграційні зв'язки.

В подальшому дослідженні приймають участь:

- три кластери  $C^5$  (2; 6; 7) та два кластери  $C^1$  (4; 8) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.2). Між кластерами  $C^5$  та  $C^1$  встановлено 6 зв'язків, з яких 5 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_2^5, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_2^5, C_8^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_6^5, C_4^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_7^5, C_4^1) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_7^5, C_8^1) = 0,5$ ;
- чотири кластери  $C^4$  (3; 4; 5; 10) та шість кластерів  $C^2$  (1; 4; 5; 7; 8; 9) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.3). Між кластерами  $C^4$  та  $C^2$  встановлено 24 зв'язки, з яких 16 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_3^4, C_1^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_3^4, C_4^2) = 0,9$ ,  $\mu_R(C_3^4, C_5^2) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_3^4, C_7^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_3^4, C_8^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_1^2) = 0,9$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_4^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_5^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_7^2) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_8^2) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_5^4, C_1^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_5^4, C_4^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_5^4, C_7^2) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_{10}^4, C_4^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_{10}^4, C_7^2) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_{10}^4, C_9^2) = 0,6$ ;
- шість кластерів  $C^2$  (1; 4; 5; 7; 8; 9) та три кластери  $C^5$  (2; 6; 7) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.4). Між кластерами  $C^2$  та  $C^5$  встановлено 18 зв'язків, з яких 12 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_1^2, C_6^5) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_1^2, C_7^5) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_4^2, C_6^5) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_4^2, C_7^5) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_5^2, C_2^5) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_5^2, C_6^5) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_7^2, C_2^5) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_7^2, C_7^5) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_8^2, C_2^5) = 0,9$ ,  $\mu_R(C_8^2, C_7^5) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_9^2, C_2^5) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_9^2, C_6^5) = 0,6$ ;

- чотири кластери  $C^3$  (2; 3; 7; 9) та шість кластерів  $C^2$  (1; 7; 5; 7; 8; 9) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.5). Між кластерами  $C^3$  та  $C^2$  встановлено 24 зв'язки, з яких 15 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_2^3, C_1^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_2^3, C_4^2) = 0,6$ ,  
 $\mu_R(C_2^3, C_7^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_2^3, C_9^2) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_3^3, C_1^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_3^3, C_4^2) = 0,5$ ,  
 $\mu_R(C_3^3, C_7^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_3^3, C_8^2) = 0,9$ ,  $\mu_R(C_7^3, C_4^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_7^3, C_5^2) = 0,8$ ,  
 $\mu_R(C_7^3, C_9^2) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_9^3, C_4^2) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_9^3, C_5^2) = 0,9$ ,  $\mu_R(C_9^3, C_8^2) = 0,7$ ,  
 $\mu_R(C_9^3, C_9^2) = 0,6$ ;
- шість кластерів  $C^2$  (1; 4; 5; 7; 8; 9) та два кластери  $C^1$  (4; 8) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.6). Між кластерами  $C^2$  та  $C^1$  встановлено 12 зв'язків, з яких 7 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_1^2, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_1^2, C_8^1) = 0,6$ ,  
 $\mu_R(C_4^2, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_5^2, C_8^1) = 0,8$ ,  $\mu_R(C_7^2, C_4^1) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_8^2, C_4^1) = 0,6$ ,  
 $\mu_R(C_9^2, C_8^1) = 0,5$ ;
- чотири кластери  $C^4$  (3; 4; 5; 10) та два кластери  $C^1$  (4; 8) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.7). Між кластерами  $C^4$  та  $C^1$  встановлено 8 зв'язків, з яких 5 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_3^4, C_8^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_4^4, C_4^1) = 0,5$ ,  
 $\mu_R(C_5^4, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_{10}^4, C_4^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_{10}^4, C_8^1) = 0,7$ ;
- три кластери  $C^5$  (2; 6; 7) та два кластери  $C^1$  (4; 8) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.8). Між кластерами  $C^5$  та  $C^1$  встановлено 6 зв'язків, з яких 5 мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_2^5, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_2^5, C_8^1) = 0,6$ ,  
 $\mu_R(C_6^5, C_4^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_7^5, C_4^1) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_7^5, C_8^1) = 0,5$ ;

- чотири кластери  $C^3$  (2; 3; 7; 9) та два кластери  $C^1$  (4; 8) продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (рис. 6.9). Між кластерами  $C^3$  та  $C^1$  встановлено 8 зв'язків, з котрих п'ять мають допустиме значення функції приналежності нечітких відношень:  $\mu_R(C_2^3, C_4^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_3^3, C_8^1) = 0,6$ ,  $\mu_R(C_7^3, C_4^1) = 0,7$ ,  $\mu_R(C_7^3, C_8^1) = 0,5$ ,  $\mu_R(C_9^3, C_4^1) = 0,6$ .

Інформація про нечіткі відношення між кластерами продуктів дозволяє сформувати на мережі продуктів множину варіантів окремих ділянок ланцюгів продуктів фаз ЖЦ проекту (рис. 6.10 – 6.12).

Пороговим значенням функції приналежності нечітких відношень є  $\alpha_{\mu_R} \geq 0,5$ .

Відповідно отриманим варіантам ділянок ланцюгів, складаються варіанти ланцюгів кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС (табл. 6.6).

$C^{3,2}$	$C^{4,2}$															
$C^{3,4}$	3-1	3-4	3-5	3-7	3-8	4-1	4-4	4-5	4-7	4-8	5-1	5-4	5-7	10-4	10-7	10-9
2-3	2-1	2-4	-	2-7	-											
2-4						2-1	2-4	-	2-7	-						
2-5											2-1	2-4	2-7			
3-4						3-1	3-4	-	3-7	3-8						
3-5											3-1	3-4	3-7			
3-10														3-4	3-7	-
7-4						-	7-4	7-5	-	-						
7-10														7-4	-	7-9
9-4						-	9-4	9-5	-	9-8						
9-5											-	9-4	-			
9-10														9-4	-	9-9

Рисунок 6.10 – Ділянки ланцюгів продуктів  $C^{3,4}$  та  $C^{4,2}$  фаз ЖЦ проекту ЕЛС

$C^{2,1}$	$C^{5,1}$				
$C^{2,5}$	6-4	7-4	7-8	2-4	2-8
1-6	1-4				
1-7		1-4	1-8		
4-6	4-4				
4-7		4-4	-		
5-2				-	5-8
5-6	4-4				
7-2				7-4	-
7-7		7-4	-		
8-2				8-4	-
8-7		8-4	-		
9-2				-	9-8
9-6					

Рисунок 6.11 – Ділянки ланцюгів продуктів  $C^{2,5}$  та  $C^{5,1}$  фаз ЖЦ проекту ЕЛС

$C^{3,1}$	$C^{2,1}$						
$C^{3,2}$	1-4	1-8	4-4	7-4	9-8	8-4	5-8
2-1	2-4	-					
2-4			2-4				
2-7				2-4			
2-9					-		
3-1	3-4	-					
3-4			3-4				
3-7				3-4			
3-8						3-4	
7-4			7-4				
7-5							7-8
7-9					7-8		
9-4			9-4				
9-5							-
9-8						9-4	
9-9					-		

Рисунок 6.12 – Ділянки ланцюгів продуктів  $C^{2,5}$  та  $C^{5,1}$  фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Таблиця 6.6 – Ланцюги кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

$C^{3,4}$		$C^{4,2}$		$C^{3,2}$		$C^{2,5}$		$C^{5,1}$		$C^{2,1}$		$C^{3,1}$		$C^{4,1}$		$\mu_R$
1		2		3		4		5		6		7		8		9
2-3		3-1		2-1		1-6		6-4		1-4		2-4		-		0,0
2-3		3-1		2-1		1-7		7-4		1-4		2-4		-		0,0
2-3		3-1		2-1		1-7		7-8		1-8		-		-		0,0
2-3		3-4		2-4		4-6		6-4		4-4		2-4		-		0,0
2-3		3-4		2-4		4-7		7-4		4-4		2-4		-		0,0
2-3		3-7		2-7		7-2		2-4		7-4		2-4		-		0,0
2-3		3-7		2-7		7-7		7-4		7-4		2-4		-		0,0
2-4	0,6	4-1	0,9	2-1	0,5	1-6	0,5	6-4	0,6	1-4	0,5	2-4	0,5	4-4	0,5	4,6
2-4	0,6	4-1	0,9	2-1	0,5	1-7	0,6	7-4	0,7	1-4	0,5	2-4	0,5	4-4	0,5	4,8
2-4	0,6	4-1	0,9	2-1	0,5	1-7	0,6	7-8	0,5	1-8	0,6	-		-		3,7
2-4	0,6	4-4	0,5	2-4	0,6	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	2-4	0,5	4-4	0,5	4,6
2-4	0,6	4-4	0,5	2-4	0,6	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	2-4	0,5	4-4	0,5	4,6
2-4	0,6	4-7	0,8	2-7	0,5	7-2	0,8	2-4	0,5	7-4	0,7	2-4	0,5	4-4	0,5	4,9
2-4	0,6	4-7	0,8	2-7	0,5	7-7	0,6	7-4	0,7	7-4	0,7	2-4	0,5	4-4	0,5	4,9
2-5	0,5	5-1	0,6	2-1	0,5	1-6	0,5	6-4	0,6	1-4	0,5	2-4	0,5	5-4	0,5	4,2
2-5	0,5	5-1	0,6	2-1	0,5	1-7	0,6	7-4	0,7	1-4	0,5	2-4	0,5	5-4	0,5	4,4
2-5		5-1		2-1	0,5	1-7	0,6	7-8	0,5	1-8	0,6	-		-		2,2
2-5	0,5	5-4	0,5	2-4	0,6	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	2-4	0,5	5-4	0,5	4,5
2-5	0,5	5-4	0,5	2-4	0,6	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	2-4	0,5	5-4	0,5	4,5
2-5	0,5	5-7	0,7	2-7	0,5	7-2	0,8	2-4	0,5	7-4	0,7	2-4	0,5	5-4	0,5	4,7
2-5	0,5	5-7	0,7	2-7	0,5	7-7	0,6	7-4	0,7	7-4	0,7	2-4	0,5	5-4	0,5	4,7
3-4	0,5	4-1	0,9	3-1	0,6	1-6	0,5	6-4	0,6	1-4	0,5	3-8	0,6	4-4	0,5	4,7
3-4	0,5	4-1	0,9	3-1	0,6	1-7	0,6	7-4	0,7	1-4	0,5	3-8	0,6	4-4	0,5	4,9
3-4		4-1		3-1		1-7		7-8		1-8		-		-		0,0
3-4	0,5	4-4	0,5	3-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	3-8	0,6	4-4	0,5	4,5
3-4	0,5	4-4	0,5	3-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	3-8	0,6	4-4	0,5	4,5
3-4	0,5	4-7	0,8	3-7	0,6	7-2	0,8	2-4	0,5	7-4	0,7	3-8	0,6	4-4	0,5	5,0
3-4	0,5	4-7	0,8	3-7	0,6	7-7	0,6	7-4	0,7	7-4	0,7	3-8	0,6	4-4	0,5	5,0
3-4	0,5	4-8	0,7	3-8	0,9	8-2	0,9	2-4	0,5	8-4	0,6	3-8	0,6	4-4	0,5	5,2

Продовження табл. 6.6

1		2		3		4		5		6		7		8		9
3-4	0,5	4-8	0,7	3-8	0,9	8-7	0,5	7-4	0,7	8-4	0,6	3-8	0,6	4-4	0,5	5,0
3-5	0,6	5-1	0,6	3-1	0,6	1-6	0,5	6-4	0,6	1-4	0,5	3-8	0,6	5-4	0,5	4,5
3-5	0,6	5-1	0,6	3-1	0,6	1-7	0,6	7-4	0,7	1-4	0,5	3-8	0,6	5-4	0,5	4,7
3-5		5-1		3-1		1-7		7-8		1-8		-		-		0,0
3-5	0,6	5-4	0,5	3-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	3-8	0,6	5-4	0,5	4,6
3-5	0,6	5-4	0,5	3-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	3-8	0,6	5-4	0,5	4,6
3-5	0,6	5-7	0,7	3-7	0,6	7-2	0,8	2-4	0,5	7-4	0,7	3-8	0,6	5-4	0,5	5,0
3-5	0,6	5-7	0,7	3-7	0,6	7-7	0,6	7-4	0,7	7-4	0,7	3-8	0,6	5-4	0,5	5,0
3-10	0,8	10-4	0,6	3-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	3-8	0,6	10-4	0,6	5,0
3-10	0,8	10-4	0,6	3-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	3-8	0,6	10-4	0,6	5,0
<b>3-10</b>	<b>0,8</b>	<b>10-7</b>	<b>0,8</b>	<b>3-7</b>	<b>0,6</b>	<b>7-2</b>	<b>0,8</b>	<b>2-4</b>	<b>0,5</b>	<b>7-4</b>	<b>0,7</b>	<b>3-8</b>	<b>0,6</b>	<b>10-4</b>	<b>0,6</b>	<b>5,4</b>
3-10	0,8	10-7	0,8	3-7	0,6	7-7	0,6	7-4	0,7	7-4	0,7	3-8	0,6	10-4	0,6	5,4
7-4	0,5	4-4	0,5	7-4	0,6	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	7-4	0,7	4-4	0,5	4,7
7-4	0,5	4-4	0,5	7-4	0,6	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	7-4	0,7	4-4	0,5	4,7
7-4		4-5		7-5		5-2		2-8		5-8		7-8		-		0,0
7-4		4-5		7-5		5-6		6-4		5-4		-		4-4		0,0
7-10	0,6	10-4	0,6	7-4	0,6	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	7-4	0,7	10-4	0,6	5,0
7-10	0,6	10-4	0,6	7-4	0,6	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	7-4	0,7	10-4	0,6	5,0
7-10	0,6	10-9	0,6	7-9	0,6	9-2	0,5	2-8	0,6	9-8	0,5	7-8	0,5	10-8	0,7	4,6
9-4	0,5	4-4	0,5	9-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	9-4	0,6	4-4	0,5	4,5
9-4	0,5	4-4	0,5	9-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	9-4	0,6	4-4	0,5	4,5
9-4		4-5		9-5		5-2		2-8		5-8		-		-		0,0
9-4		4-5		9-5		5-6		6-4		5-4		-		4-4		0,0
9-4	0,5	4-8	0,7	9-8	0,7	8-2	0,9	2-4	0,5	8-4	0,6	9-4	0,6	4-4	0,5	5,0
9-4	0,5	4-8	0,7	9-8	0,7	8-7	0,5	7-4	0,7	8-4	0,6	9-4	0,6	4-4	0,5	4,8
9-5	0,6	5-4	0,5	9-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	9-4	0,6	5-4	0,5	4,6
9-5	0,6	5-4	0,5	9-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	9-4	0,6	5-4	0,5	4,6
9-10	0,8	10-4	0,6	9-4	0,5	4-6	0,8	6-4	0,6	4-4	0,5	9-4	0,6	10-4	0,6	5,0
9-10	0,8	10-4	0,6	9-4	0,5	4-7	0,7	7-4	0,7	4-4	0,5	9-4	0,6	10-4	0,6	5,0
9-10		10-9	0,6	9-9		9-2		2-8		9-8		-		10-8	0,7	1,3

Таким чином, в результаті проведених розрахунків, з урахуванням всіх можливих варіантів та обмежень, було сформовано 59 ланцюгів кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС, які відрізняються значенням домінування нечітких відношень.

Для ланцюгів кластерів було розраховане загальне значення ступеню домінування нечітких відношень, яке відображає пріоритетність застосування ланцюгу  $l_h$ , ( $h = \overline{1; H}$ ) продуктів фаз проекту з множини ланцюгів  $L = \{l_1; \dots; l_h; \dots; l_H\}$  та визначають шляхом підсумування значень функцій приналежності нечітких відношень між кластерами продуктів, розташованих на певній гілці мережі, відповідно (3.6). Максимальне значення ступеню домінування нечітких відношень  $D(l_{40}) = 5,4$  було отримано для ланцюгу кластерів продуктів, що який формується з оптимальної множини пар кластерів, яка формується шляхом морфологічного відбору,

$$\{C_{3,10}^{3,4}; C_{10,7}^{4,2}; C_{3,7}^{3,2}; C_{7,2}^{2,5}; C_{2,4}^{5,1}; C_{7,4}^{2,1}; C_{3,4}^{3,1}; C_{10,4}^{4,1}\}.$$

Мережа оптимальних ланцюгів кластерів продуктів проекту представлено на рисунку 6.13.

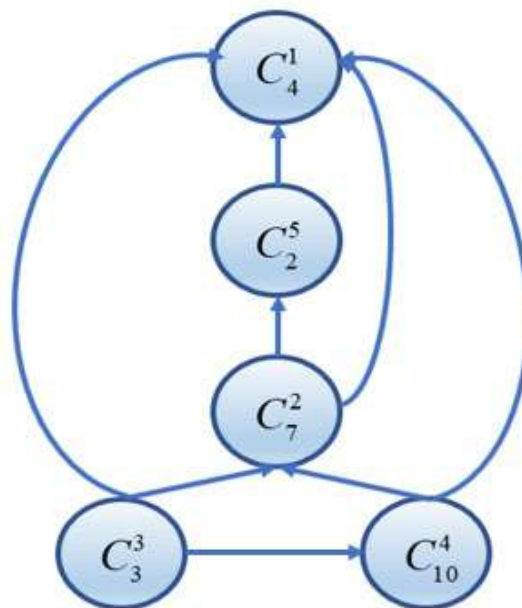


Рисунок 6.13 – Мережа кластерів продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС

Отримані дані свідчать про найбільшу привабливість варіантів продуктів проекту, які потраплятимуть до кластерів, що розташовані на даному варіанті мережі, при формуванні реального ланцюгу продуктів фаз ЖЦ проекту ЕЛС.

### 6.3 Експериментальні розрахунки щодо оцінки ефективності проекту екологістичної системи в умовах невизначеності

Оцінка ефективності проекту ЕЛС здійснюється за допомогою критерію дисконтованого строку окупності  $DPP$  (4.39) [6.9, 6.10].

Вхідні дані для розрахунків представлені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Потоки грошових коштів проекту ЕЛС

Фаза проекту	Часовий інтервал	Потоки грошових коштів, $CF$ , у.о					
		$[t_0; t_1]$	$[t_1; t_2]$	$[t_2; t_3]$	$[t_3; t_4]$	$[t_4; t_5]$	$[t_5; t_6]$
Передінвестиційна, $P$		-3500					
Інвестиційна, $I$			-380000				
Експлуатаційна, $O$				480000	240000		
Регенеративна, $R$					240000	480000	
Ревіталізаційна, $V$			-150000	-70000	-70000	-70000	-150000

Розрахунок дисконтованих потоків грошових коштів для часових інтервалів  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ проекту ЕЛС представлено в таблиці 6.8.

Відповідно до даних, представлених в таблицях 6.7, 6.8, було отримано значення  $DPP$  проекту, що дорівнює 1,306 року.

В умовах невизначеності ефективність проекту ЕЛС оцінюється за допомогою нечітко визначеного  $DPP$  шляхом введення нечітких значень потоків грошових коштів  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}$ , які відповідають часовим інтервалам  $[t_i; t_{i+1}]$  ЖЦ проекту.



Таблиця 6.8 – Розрахунок дисконтованих потоків грошових коштів проекту  
ЕЛС

Показник	Часові інтервали ЖЦ проекту					
	$[t_0; t_1]$	$[t_1; t_2]$	$[t_2; t_3]$	$[t_3; t_4]$	$[t_4; t_5]$	$[t_5; t_6]$
Потоки грошових коштів, $CF$	-3500	-530000	480000	480000	480000	-150000
Ставка дисконтування, $r$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Коефіцієнт дисконтування, $q$	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Дисконтовані потоки грошових коштів, $CF_{диск}$	-3181,82	-438016,5	360631,1	327846,5	298042,2	-84671,1

Для розрахунку нечітко визначених  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}$  та  $DPP$  використовуємо трапецієвидні нечіткі числа. Відповідно до [6.11], трапецієвидним нечітким числом  $A$  є четвірка  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$ ,  $(a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4)$  дійсних чисел, через які його функція приналежності  $\mu_A$  визначається наступним чином

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, \quad x > a_4 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases} . \quad (6.23)$$

В нечіткому трапецієвидному числі  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$ :  $a_1$  – мінімальне значення  $x$ ,  $a_2, a_3$  – створюють інтервал, в межах якого знаходиться  $x$  з найбільшою вірогідністю,  $a_4$  – максимальне значення  $x$ .

Нечіткого визначені значення потоків грошових коштів  $CF_{[t_i;t_{i+1}]}$  представлені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Нечіткі числа для визначення потоків грошових коштів проекту *ЕЛС*

Нечіткі трапецієвидні числа											
$CF_{[t_0;t_1]}$	значення	функція приналежності	$CF_{[t_1;t_2]}$	значення	функція приналежності	$CF_{[t_2;t_3]}$ , $CF_{[t_3;t_4]}$ , $CF_{[t_5;t_6]}$	значення	функція приналежності	$CF_{[t_5;t_6]}$	значення	функція приналежності
$CF_{[t_0;t_1]}$	-3500		$CF_{[t_1;t_2]}$	-530000		$CF_{[t_i;t_{i+1}]}$ <sup>const</sup>	410000		$CF_{[t_5;t_6]}$	-150000	
$CF_{[t_0;t_1]1}$	-4500	0	$CF_{[t_1;t_2]1}$	-550000	0	$CF_{[t_i;t_{i+1}]1}$ <sup>const</sup>	460000	0	$CF_{[t_5;t_6]1}$	-180000	0
$CF_{[t_0;t_1]2}$	-4100	1	$CF_{[t_1;t_2]2}$	-540000	1	$CF_{[t_i;t_{i+1}]2}$ <sup>const</sup>	430000	1	$CF_{[t_5;t_6]2}$	-160000	1
$CF_{[t_0;t_1]3}$	-3600	1	$CF_{[t_1;t_2]3}$	-520000	1	$CF_{[t_i;t_{i+1}]3}$ <sup>const</sup>	400000	1	$CF_{[t_5;t_6]3}$	-130000	1
$CF_{[t_0;t_1]4}$	-3200	0	$CF_{[t_1;t_2]4}$	-500000	0	$CF_{[t_i;t_{i+1}]4}$ <sup>const</sup>	380000	0	$CF_{[t_5;t_6]4}$	-110000	0

Базуючись на принципі розширення [6.11], застосуємо наступні правила додавання та віднімання, добутку та частки:

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4), \quad (6.24)$$

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3, a_4 - b_4), \quad (6.25)$$

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) \cdot (b_1, b_2, b_3, b_4) \approx (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3, a_4 b_4), \quad (6.26)$$

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) / (b_1, b_2, b_3, b_4) \approx (a_1 / b_1, a_2 / b_2, a_3 / b_3, a_4 / b_4). \quad (6.27)$$

Застосовуючи вищенаведений математичний апарат, розрахуємо нечітке значення  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}$  та отримуємо наступні значення функцій приналежності:

$$\mu_A(CF_{[t_0; t_1]}) = \begin{cases} 0, & x < -4500, \quad x > -3200 \\ \frac{x + 4500}{-4100 + 4500}, & -4500 \leq x \leq -4100 \\ 1, & -4100 \leq x \leq -3600 \\ \frac{-3200 - x}{-3200 + 3600}, & -3600 \leq x \leq -3200 \end{cases}, \quad (6.28)$$

$$\mu_A(CF_{[t_1; t_2]}) = \begin{cases} 0, & x < -550000, \quad x > 50000 \\ \frac{x + 550000}{-540000 + 550000}, & -550000 \leq x \leq -540000 \\ 1, & -540000 \leq x \leq -520000 \\ \frac{-50000 - x}{-50000 + 520000}, & -52000 \leq x \leq -50000 \end{cases}, \quad (6.29)$$

$$\mu_A(CF_{[t_i; t_{i+1}]}) = \begin{cases} 0, & x < 460000, x > 380000 \\ \frac{x - 460000}{430000 - 460000}, & 460000 \leq x \leq 430000 \\ 1, & 430000 \leq x \leq 400000 \\ \frac{380000 - x}{380000 - 400000}, & 400000 \leq x \leq 380000 \end{cases}, \quad (6.30)$$

$$\mu_A(CF_{[t_5; t_6]}) = \begin{cases} 0, & x < -180000, x > 160000 \\ \frac{x + 180000}{-160000 + 180000}, & -180000 \leq x \leq -160000 \\ 1, & -160000 \leq x \leq -130000 \\ \frac{-110000 - x}{-110000 + 130000}, & -130000 \leq x \leq -110000 \end{cases}. \quad (6.31)$$

Графічне зображення нечітких чисел потоків грошових коштів  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}$ , яким відповідають наведені значення функцій приналежності (6.28 – 6.31), представлено на рис. 6.14 – 6.17.

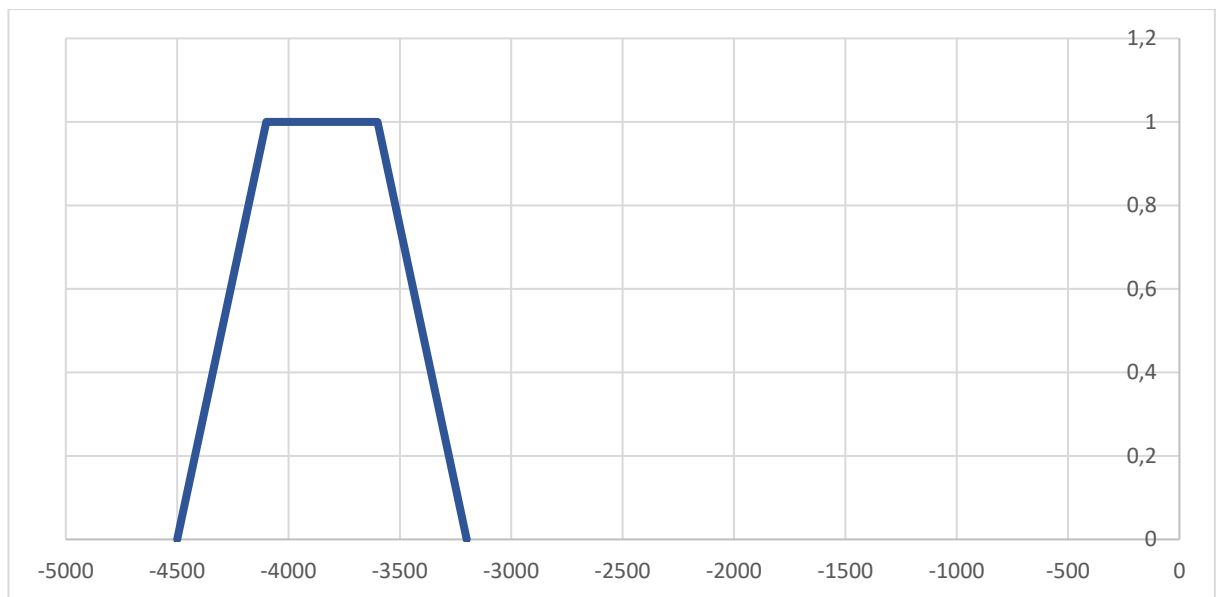


Рисунок 6.14 – Графічне зображення нечіткого визначеного  $CF_{[t_0; t_1]}$

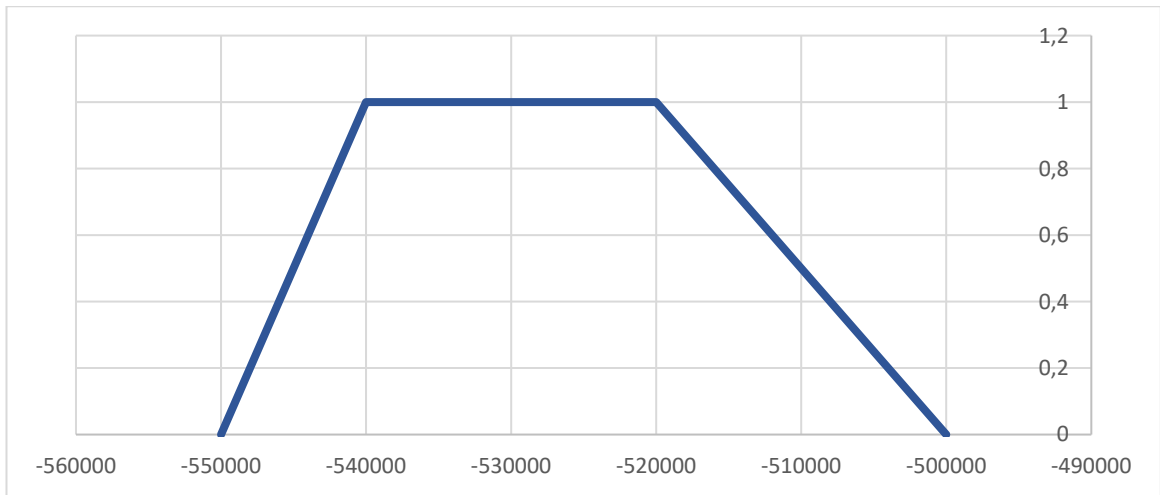


Рисунок 6.15 – Графічне зображення нечіткого визначеного  $CF_{[t_1; t_2]}$

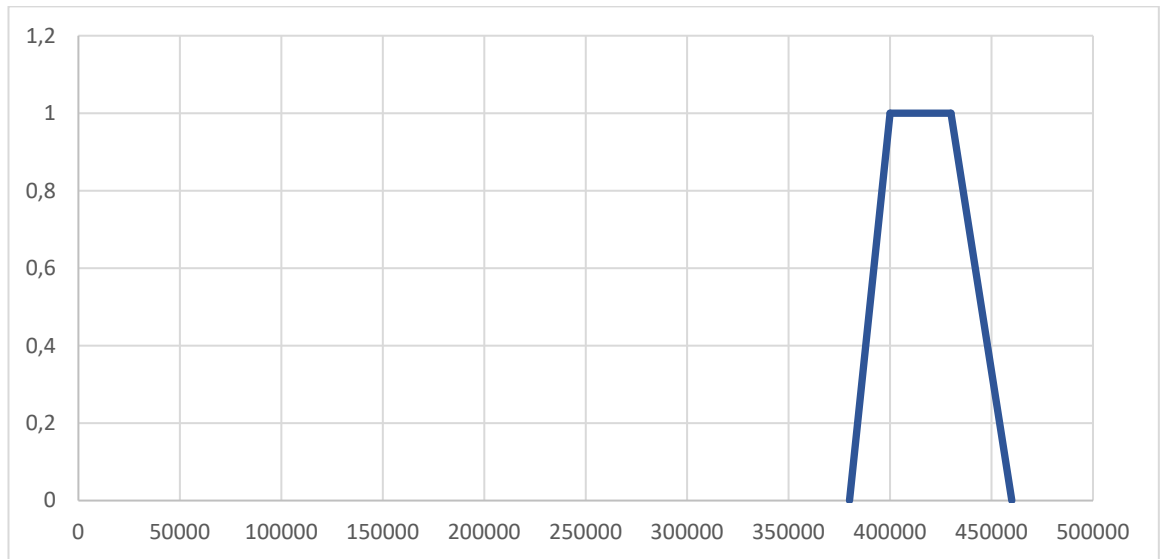


Рисунок 6.14 – Графічне зображення нечіткого визначеного  $CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const}$

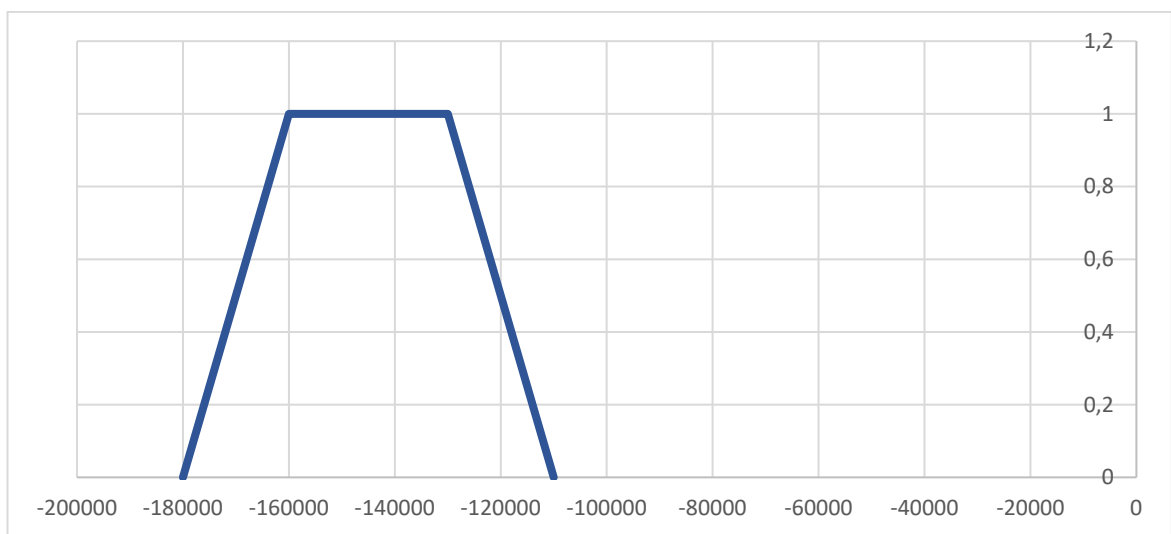


Рисунок 6.14 – Графічне зображення нечіткого визначеного  $CF_{[t_5; t_6]}$

Вхідні дані для розрахунку нечіткого значення  $DPP$  проекту  $ЕЛС$  представлені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Нечіткі числа для визначення дисконтованих потоків грошових коштів проекту  $ЕЛС$

Часовий інтервал ЖЦ проекту											
$[t_0; t_1]$		$[t_1; t_2]$		$[t_2; t_3]$		$[t_3; t_4]$		$[t_4; t_5]$		$[t_5; t_6]$	
$r_1$	10	$r_2$	10	$r_3$	10	$r_4$	10	$r_5$	10	$r_6$	5
$q_1$	0,91	$q_2$	0,91	$q_3$	0,91	$q_4$	0,91	$q_5$	0,91	$q_6$	0,95
$CF_{[t_0; t_1]}^{диск1}$	-4090,91	$CF_{[t_1; t_2]}^{диск1}$	-454545	$CF_{[t_2; t_3]}^{диск1}$	345604,8	$CF_{[t_3; t_4]}^{диск1}$	314186,2	$CF_{[t_4; t_5]}^{диск1}$	285623,8086	$CF_{[t_5; t_6]}^{диск1}$	-106443,655
$CF_{[t_0; t_1]}^{диск2}$	-3727,27	$CF_{[t_1; t_2]}^{диск2}$	-446281	$CF_{[t_2; t_3]}^{диск2}$	323065,4	$CF_{[t_3; t_4]}^{диск2}$	293695,8	$CF_{[t_4; t_5]}^{диск2}$	266996,1689	$CF_{[t_5; t_6]}^{диск2}$	-94616,5826
$CF_{[t_0; t_1]}^{диск3}$	-3272,73	$CF_{[t_1; t_2]}^{диск3}$	-429752	$CF_{[t_2; t_3]}^{диск3}$	300525,9	$CF_{[t_3; t_4]}^{диск3}$	273205,4	$CF_{[t_4; t_5]}^{диск3}$	248368,5292	$CF_{[t_5; t_6]}^{диск3}$	-76875,9733
$CF_{[t_0; t_1]}^{диск4}$	-2909,09	$CF_{[t_1; t_2]}^{диск4}$	-413223	$CF_{[t_2; t_3]}^{диск4}$	285499,6	$CF_{[t_3; t_4]}^{диск4}$	259545,1	$CF_{[t_4; t_5]}^{диск4}$	235950,1028	$CF_{[t_5; t_6]}^{диск4}$	-65048,9005

Нечіткі числа, які представляють операції над дисконтованими потоками грошових коштів, що відповідають часовим інтервалам  $[t_i; t_{i+1}]$ , ( $i = \overline{0; I-1}$ ) ЖЦ проекту ЕЛС, представлені в таблицях 6.11 – 6.12.

Таблиця 6.11 – Нечіткі суми дисконтованих потоків грошових коштів

Сума дисконтованих потоків грошових коштів		
$\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_1$	-565080	0
$\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_2$	-544624,8	1
$\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_3$	-509900,8	1
$\left( \sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}} \right)_4$	-481181,1	0

Таблиця 6.12 – Нечіткі числа для розрахунку DPP проекту ЕЛС

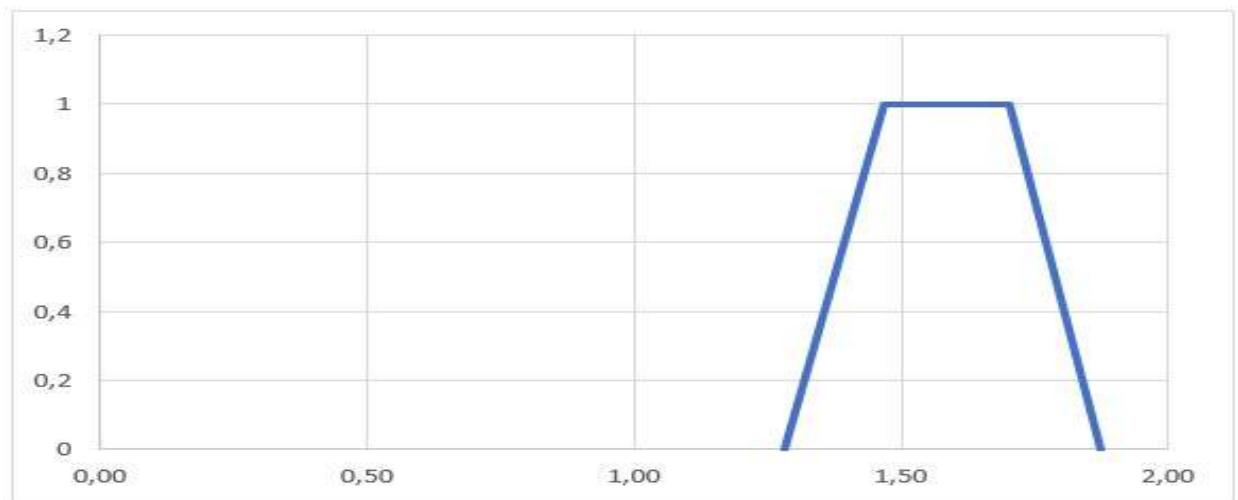
Відношення потоків грошових коштів		
$\left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_1$	-1,799334	0
$\left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_2$	-1,64749	1
$\left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_3$	-1,434837	1
$\left( \frac{\sum CF_{[t_i; t_{i+1}]} \cdot q^{t_{i+1}}}{CF_{[t_i; t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right)_4$	-1,265716	0

В результаті проведених розрахунків з використанням нечітких чисел, було отримано нечітке трапецієвидне число, що відображає значення DPP проекту в умовах невизначеності (табл. 6.13, рис. 6.18).

Таблиця 6.13 – Нечіткі числа для розрахунку *DPP* проекту *ЕЛС*

Дисконтований строк окупності		
$DPP_1$	1,87	0
$DPP_2$	1,70	1
$DPP_3$	1,47	1
$DPP_4$	1,28	0

$$\mu_A(DPP) = \begin{cases} 0, & x < 1,28, \quad x > 1,87 \\ \frac{x-1,28}{1,47-1,28}, & 1,28 \leq x \leq 1,47 \\ 1, & 1,47 \leq x \leq 1,70 \\ \frac{1,87-x}{1,87-1,70}, & 1,70 \leq x \leq 1,87 \end{cases}$$

Рисунок 6.18 – Нечітке значення *DPP* проекту *ЕЛС*

#### 6.4 Експериментальні розрахунки щодо формування траєкторії розвитку проекту екологістичної системи

Формування траєкторії розвитку проекту ЕЛС здійснюється з використанням інструментарію динамічного програмування [6.12, 6.13]. В ході вирішення поставлено завдання побудови траєкторії розвитку проекту



ЕЛС були задіяні чотири альтернативні варіанти, що відрізняються економічними та екологічними показниками. Розрахункові дані для першого варіанту представлено в таблицях 6.14, 6.15.

Таблиця 6.14 – Потоки грошових коштів альтернативного (першого) варіанту проекту ЕЛС

Фаза ЖЦ проекту	Потоки грошових коштів	Часові інтервали ЖЦ проекту					
		$[t_0;t_1]$	$[t_1;t_2]$	$[t_2;t_3]$	$[t_3;t_4]$	$[t_4;t_5]$	$[t_5;t_6]$
1	2	3	4	5	6	7	8
Передінвести- ційна	<i>CF</i>	-250					
	<i>IF</i>	-					
	<i>IF C</i>	-					
	<i>IF S</i>	-					
	<i>OF</i>	-250					
	<i>OF R</i>	-250					
	<i>OF S</i>	-					
Інвестиційна	<i>CF</i>		-830				
	<i>IF</i>		80				
	<i>IF C</i>		-				
	<i>IF S</i>		80				
	<i>OF</i>		-910				
	<i>OF R</i>		-560				
	<i>OF S</i>		-280				
Експлуатаційна	<i>CF</i>			280	80		
	<i>IF</i>			1700	1500		
	<i>IF C</i>			1080	970		
	<i>IF S</i>			620	440		
	<i>OF</i>			-1420	-1420		
	<i>OF R</i>			-620	-620		
	<i>OF S</i>			-510	-510		
Регенеративна	<i>CF</i>				205	5	
	<i>IF</i>				570	280	
	<i>IF C</i>				350	170	
	<i>IF S</i>				220	110	
	<i>OF</i>				-365	-275	
	<i>OF R</i>				-180	-135	
	<i>OF S</i>				-110	-90	
<i>OF L</i>				-75	-50		

Продовження табл. 6.14

1	2	3	4	5	6	7	8
Ревіталізаційна	<i>CF</i>		-385	-61	-49	-67	-231
	<i>IF</i>		120	80	110	25	40
	<i>IF C</i>		-	-	-	-	-
	<i>IF S</i>		120	80	110	25	40
	<i>OF</i>		-505	-141	-159	-92	-271
	<i>OF R</i>		-340	-60	-80	-40	-170
	<i>OF S</i>		-125	-46	-52	-34	-69
	<i>OF L</i>		-40	-35	-27	-18	-32

Таблиця 6.15 – Розрахункові дані альтернативного варіанту розвитку проекту

Фаза ЖЦ проекту	Показники	Часові інтервали ЖЦ проекту					
		$[t_0; t_1]$	$[t_1; t_2]$	$[t_2; t_3]$	$[t_3; t_4]$	$[t_4; t_5]$	$[t_5; t_6]$
Передінвести- ційна	<i>V</i>	1200,00					
	<i>CF</i>	-250,00					
	<i>q</i>	0,91					
	<i>EEV</i>	863,64					
Інвестиційна	<i>V</i>		8500,00				
	<i>CF</i>		-830,00				
	<i>q</i>		0,79				
	<i>EEV</i>		6063,24				
Експлуатаційна	<i>V</i>			3400,00	3400,00		
	<i>CF</i>			280,00	80,00		
	<i>q</i>			0,69	0,60		
	<i>EEV</i>			2529,64	2080,14		
Регенеративна	<i>V</i>				2300,00	2300,00	
	<i>CF</i>				205,00	5,00	
	<i>q</i>				0,60	0,54	
	<i>EEV</i>				1497,34	1252,54	
Ревіталіза- ційна	<i>V</i>		1100,00	450,00	580,00	220,00	310,00
	<i>CF</i>		-385,00	-61,00	-49,00	-67,00	-231,00
	<i>q</i>		0,79	0,69	0,60	0,54	0,52
	<i>EEV</i>		565,22	267,40	317,40	83,14	40,88
Всього	<i>EVV</i>	863,64	6628,46	2797,04	3894,89	1335,68	40,88
	<i>V</i>	1200,0	9600,0	3850,0	6280,0	2520,0	310,0
	<i>CF</i>	-250,0	-1215,0	219,0	236,0	-62,0	-231,0

Для кожного часового інтервалу  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ було розраховано значення показників  $EVV$  для альтернативних варіантів проекту  $ЕЛС$  (табл. 6.16).

Таблиця 6.16 – Агреговані еколого-економічні показники проекту  $ЕЛС$

Варіант проекту	Показники	Часові інтервали ЖЦ проекту					
		$[t_0; t_1]$	$[t_1; t_2]$	$[t_2; t_3]$	$[t_3; t_4]$	$[t_4; t_5]$	$[t_5; t_6]$
1	$EVV$	863,64	6628,46	2797,04	3894,89	1335,68	40,88
	$V$	1200,00	9600,00	3850,00	6280,00	2520,00	310,00
	$CF$	-250,00	-1215,00	219,00	236,00	-62,00	-231,00
2	$EVV$	954,55	7865,61	3141,43	4139,36	1725,30	71,42
	$V$	1350,00	11450,00	4320,00	7060,00	2920,00	395,00
	$CF$	-300,00	-1500,00	250,00	-135,00	255,00	-257,00
3	$EVV$	1140,91	10034,78	3951,88	4869,80	1807,90	72,45
	$V$	1640,00	14150,00	5100,00	8085,00	3460,00	430,00
	$CF$	-385,00	-1456,00	649,00	62,00	-133,00	-290,00
4	$EVV$	687,27	5782,61	2391,48	3689,86	1168,86	42,44
	$V$	940,00	8340,00	3280,00	5870,00	2330,00	280,00
	$CF$	-184,00	-1025,00	199,00	303,00	-179,00	-198,00

Використовуючи отримані агреговані значення  $EEV$  для часових інтервалів  $[t_i; t_{i+1}]$ ,  $(i = \overline{0; I-1})$  ЖЦ, з використанням динамічної моделі [6.14], рекурентне рівняння якої представлено формулою (5.90), було побудовано 4100 альтернативних варіантів траєкторій розвитку проекту  $ЕЛС$ . Для кожного часового інтервалу передбачалось 4 альтернативних варіанти стаціонарного стану проекту. Фрагмент розрахунків представлено в таблиці 6.17.

В результаті проведених розрахунків обрано траєкторію розвитку проекту, яка дозволяє досягти максимального значення  $EEV$  проекту  $ЕЛС$ .

Таблиця 6.17 – Еколого-економічна цінність проекту ЕЛС

Часові інтервали ЖЦ проекту																										
$[t_5; t_6]$			$[t_4; t_5]$			$[t_3; t_4]$			$[t_2; t_3]$			$[t_1; t_2]$		$[t_0; t_1]$												
<b>1</b>	40,88	40,88	<b>1</b>	1335,68	1376,57	<b>1</b>	3894,89	5271,45	<b>1</b>	2797,04	8068,50	<b>1</b>	6628,46	14696,96	<b>1</b>	863,64	<b>15560,59</b>	<b>2</b>	929,20	<b>15626,16</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>15837,87</b>	<b>4</b>	687,27	<b>15384,23</b>
												<b>2</b>	7337,76	15406,26	<b>1</b>	863,64	<b>16269,89</b>	<b>2</b>	929,20	<b>16335,46</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>16547,16</b>	<b>4</b>	687,27	<b>16093,53</b>
												<b>3</b>	10034,78	18103,28	<b>1</b>	863,64	<b>18966,92</b>	<b>2</b>	929,20	<b>19032,48</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>19244,19</b>	<b>4</b>	687,27	<b>18790,55</b>
												<b>4</b>	5782,61	13851,11	<b>1</b>	863,64	<b>14714,74</b>	<b>2</b>	929,20	<b>14780,31</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>14992,02</b>	<b>4</b>	687,27	<b>14538,38</b>
...			...			...			...			...			...			...			...					
<b>3</b>	72,45	72,45	<b>3</b>	1807,90	1880,35	<b>3</b>	4869,80	6750,16	<b>3</b>	3951,88	10702,04	<b>1</b>	6628,46	17330,50	<b>3</b>	1140,91	<b>21877,73</b>									
...			...			...			...			...			...			...			...					
<b>4</b>	42,44	42,44	<b>4</b>	1168,86	1211,29	<b>4</b>	3689,86	4901,16	<b>4</b>	2391,48	7292,63	<b>3</b>	10034,78	17327,41	<b>1</b>	863,64	<b>18191,05</b>	<b>2</b>	929,20	<b>18256,62</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>18468,32</b>	<b>4</b>	687,27	<b>18014,69</b>
												<b>4</b>	5782,61	13075,24	<b>1</b>	863,64	<b>13938,88</b>	<b>2</b>	929,20	<b>14004,44</b>	<b>3</b>	1140,91	<b>14216,15</b>	<b>4</b>	687,27	<b>13762,51</b>

Максимальне значення  $EEV$  проекту  $ELC$  досягається при траєкторії, що складається зі стаціонарних станів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту

$$W_{[t_0; t_1]}^3 \rightarrow W_{[t_1; t_2]}^1 \rightarrow W_{[t_2; t_3]}^3 \rightarrow W_{[t_3; t_4]}^3 \rightarrow W_{[t_4; t_5]}^3 \rightarrow W_{[t_5; t_6]}^3.$$

Мінімальне значення  $EEV$  проекту  $ELC$  досягається при траєкторії, що складається зі стаціонарних станів  $W_{[t_i; t_{i+1}]}$  проекту

$$W_{[t_0; t_1]}^4 \rightarrow W_{[t_1; t_2]}^4 \rightarrow W_{[t_2; t_3]}^4 \rightarrow W_{[t_3; t_4]}^2 \rightarrow W_{[t_4; t_5]}^4 \rightarrow W_{[t_5; t_6]}^1 \quad (\text{рис. 6.19}).$$

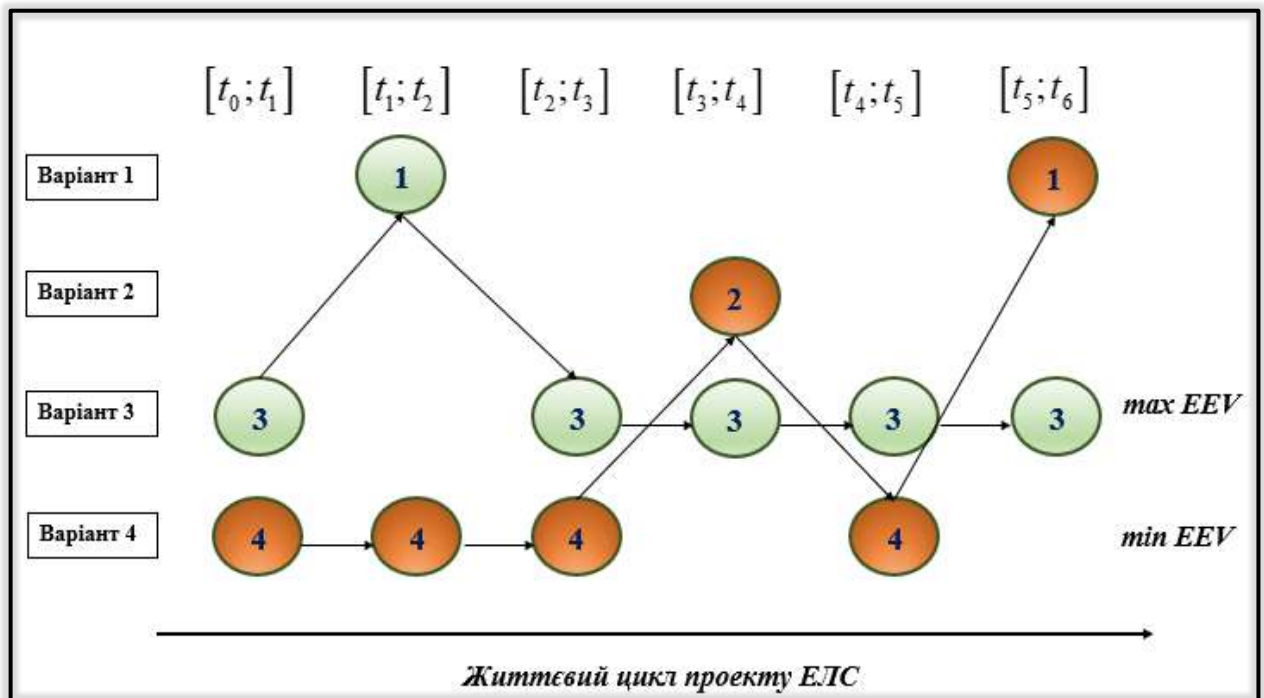


Рисунок 6.19 – Траєкторії розвитку, що забезпечують максимальне та мінімальне значення  $EEV$  проекту  $ELC$

Максимальне значення  $EEV$  проекту  $ELC$  складає 21877,73 у.о., мінімальне – 13617,58 у.е. Еколого-економічний ефект складає 8260,15 у.о.

Таким чином, можливо стверджувати, що використання запропонованої моделі дозволяє побудувати множину траєкторій розвитку проекту  $ELC$  та обрати таку, що забезпечує максимальне значення  $EEV$ .

## 6.5 Висновки до розділу 6

Експериментальні розрахунки моделей та методів, представлені в роботі, підтверджують адекватність запропонованого інструментарію методології конвергентного управління проектами *ЕЛС*.

1. Моделювання *ЕЛС* дозволило замкнути *ЛЛ* завдяки створенню логістичних петель та побудувати повну *ЕЛС*, в якій задіяні всі потенційні учасники прямого та зворотного *ЛЛ* в межах циркулярних процесів: *recover*, *reuse*, *repurpose*, *repair*, *recycle* та процесу *utilization*, що пропонуються Фондом Еллен МакАртур в циркулярній моделі економіки. Досягнуто максимізації потоків грошових коштів *ЕЛС*.

2. Формування конфігурації продуктів проекту *ЕЛС* шляхом застосування запропонованого в дисертації методу формування конфігурації продуктів проекту призвело до створення мережі кластерів продуктів, використовуючи які можливо створити реальні ланцюги продуктів проекту *ЕЛС*, що матимуть максимальну цінність з погляду виконання правил екологістики.

3. Оцінку ефективності проекту *ЕЛС* проведено з використанням запропонованої розрахункової формули *DPP*, в якій враховано грошові потоки фаз проекту, що виникли в результаті трансформаційних змін в *ЖЦ* проектів *ЕЛС* завдяки екологізації логістики. Експериментальними розрахунками підтверджено адекватність запропонованого механізму розрахунку *DPP* в детермінованих умовах та умовах невизначеності.

4. Завдяки використанню запропонованих в роботі математичних моделей метаболізму стаціонарного стану проекту та траєкторії розвитку проекту було побудовано траєкторії, які відображають можливі варіанти розвитку проекту. Обрано траєкторію, яка забезпечує максимальне значення *EEV* проекту *ЕЛС*.

## 6.6 Список використаних джерел до розділу 6

- 6.1 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.
- 6.2 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.
- 6.3 Бурда А.Г., Бурда Г.П. Экономико-математические методы и модели : учеб. Пособие. Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 2015. 178 с.
- 6.4 Королев А.В. Экономико-математические методы и моделирование : учебник. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 280 с.
- 6.5 Дроздова Н.В., Переломока И.Г. Экономико-математическое моделирование : учебн. пособие. Яросл. Гос. ун-т им. П.Г. Демидова. Ярославль : ЯрГУ, 2010. 246 с.
- 6.6 Павлов А.Н., Соколов Б.В. Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие. ГУАП СПб., 2006. 72 с.
- 6.7 Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д. А. Поспелова. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. 312 с.
- 6.8 Хаптахаяева Н.Б., Дамбаева С.В., Аюшеева Н.Н. Введение в теорию нечетких множеств : учебн. пособие. Ч. I. Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. 68 с.
- 6.9 Ковтун Т.А. Особливості визначення строку окупності проекту екологістичної системи. *Розвиток транспорту. Науковий журнал ОНМУ*. Вип. 2 (7). 2020. С. 30–42.
- 6.10 Rudenko S., Gogunskii V., Kovtun T., Smrkovska V. Research of influence of transformation changes in the life cycle on assessment of the ecologicistic system project efficiency. *Eastern-European Journal of Interiorise Technologies*. 2021. Vol. 7. NO 1(109). P. 6–14.

- 6.11 Павлов А.Н., Соколов Б.В. Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие. ГУАП СПб., 2006. 72 с.
- 6.12 Беллман Р., Калаба Р. Динамическое управление и современная теория управления. Москва : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1969. 120 с.
- 6.13 Вентцель Е.С. Элементы динамического программирования. Москва : Изд-во «Наука», 1964. 176 с.
- 6.14 Болдырева Т.В., Ковтун Т.А. Динамическая модель распределения финансовых и временных ресурсов проекта транспортного предприятия с учетом риска. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2007. № 1. С. 99–107.

Результати дослідження розділу 5 представлено в публікаціях [6.1, 6.2, 6.9, 6.10].



## ЗАГАЛЬНІ 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».

## ДОДАТКИ

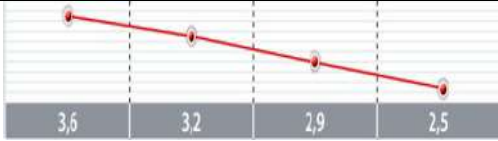
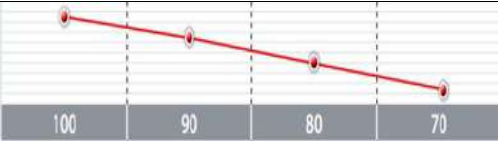
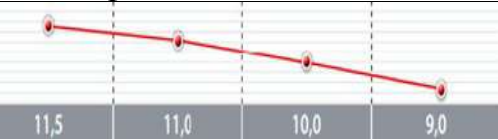
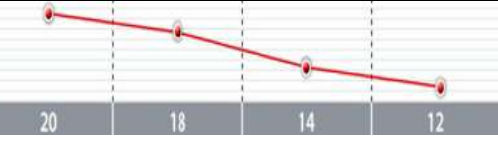
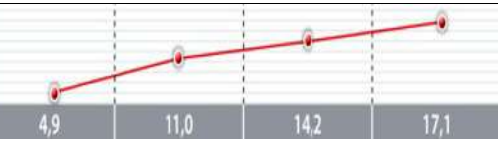

## Додаток А

## Цілі сталого розвитку України



Таблиця А 1 - Перспективні завдання досягнення цілей сталого розвитку України

Завдання цілей сталого розвитку	Індикатори виконання завдання	Значення індикаторів													
		2015	2020	2025	2030										
1	2	3													
<i>Ціль 6. Чиста вода та належні санітарні умови</i>															
Завдання 6.3 Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях	<p>▶ Індикатор 6.3.1. Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях Обсяги скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти, млн куб. м</p>	<table border="1"> <tr> <th>Рік</th> <td>2015</td> <td>2020</td> <td>2025</td> <td>2030</td> </tr> <tr> <th>Обсяг (млн куб. м)</th> <td>875</td> <td>725</td> <td>557</td> <td>279</td> </tr> </table>				Рік	2015	2020	2025	2030	Обсяг (млн куб. м)	875	725	557	279
	Рік	2015	2020	2025	2030										
Обсяг (млн куб. м)	875	725	557	279											
<p>▶ Індикатор 6.3.2. Частка скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти у загальному обсязі скидів, %</p>	<table border="1"> <tr> <th>Рік</th> <td>2015</td> <td>2020</td> <td>2025</td> <td>2030</td> </tr> <tr> <th>Частка (%)</th> <td>15,7</td> <td>13,0</td> <td>10,0</td> <td>5,0</td> </tr> </table>				Рік	2015	2020	2025	2030	Частка (%)	15,7	13,0	10,0	5,0	
Рік	2015	2020	2025	2030											
Частка (%)	15,7	13,0	10,0	5,0											




Продовження табл. А 1

1	2	3				
Завдання 6.4. Підвищити ефективність водокористування	<p>▶ Індикатор 6.4.1. Підвищити ефективність водокористування Водоемність ВВП, куб. м використаної води на 1000 грн ВВП (у фактичних цінах)</p>	 <table border="1"> <tr><td>3,6</td><td>3,2</td><td>2,9</td><td>2,5</td></tr> </table>	3,6	3,2	2,9	2,5
	3,6	3,2	2,9	2,5		
<p>▶ Індикатор 6.4.2. Водоемність ВВП, % до рівня 2015 року</p>	 <table border="1"> <tr><td>100</td><td>90</td><td>80</td><td>70</td></tr> </table>	100	90	80	70	
100	90	80	70			
<i>Ціль 7. Доступна та чиста енергія</i>						
Завдання 7.1. Розширити інфраструктуру та модернізувати мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання на основі впровадження інноваційних технологій	<p>▶ Індикатор 7.1.2. Технологічні витрати електричної енергії в розподільчих електромережах, %</p>	 <table border="1"> <tr><td>11,5</td><td>11,0</td><td>10,0</td><td>9,0</td></tr> </table>	11,5	11,0	10,0	9,0
	11,5	11,0	10,0	9,0		
<p>▶ Індикатор 7.1.3. Втрати тепла в тепломережах, %</p>	 <table border="1"> <tr><td>20</td><td>18</td><td>14</td><td>12</td></tr> </table>	20	18	14	12	
20	18	14	12			
Завдання 7.3. Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі	<p>▶ Індикатор 7.3.1. Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії, %</p>	 <table border="1"> <tr><td>4,9</td><td>11,0</td><td>14,2</td><td>17,1</td></tr> </table>	4,9	11,0	14,2	17,1
4,9	11,0	14,2	17,1			
Завдання 7.4. Підвищити енерго-ефективність економіки	<p>▶ Індикатор 7.4.1. Енергоемність ВВП (витрати первинної енергії на одиницю ВВП), кг н. е. на 1 дол. США за ПКС 2011</p>	 <table border="1"> <tr><td>0,28</td><td>0,20</td><td>0,17</td><td>0,14</td></tr> </table>	0,28	0,20	0,17	0,14
0,28	0,20	0,17	0,14			

Продовження табл. А 1

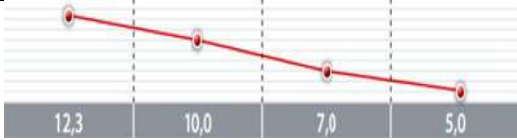



1	2	3																									
<i>Ціль 8. Гідна праця та економічне зростання</i>																											
<p>Завдання 8.2. Підвищувати ефективність виробництва на засадах сталого розвитку та розвитку високо-технологічних конкурентних виробництв</p>	<p>▶ Індикатор 8.2.3. Матеріалоємність ВВП (відношення обсягу проміжних витрат із таблиць «витрати-випуск» видів діяльності, які виробляють матеріальну продукцію, до загального обсягу ВВП)</p>	 <table border="1" data-bbox="949 313 1460 448"> <thead> <tr> <th>Рік</th> <th>0.88</th> <th>0.87</th> <th>0.82</th> <th>0.77</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2015</td> <td>0.88</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td></td> <td>0.87</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td></td> <td></td> <td>0.82</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.77</td> </tr> </tbody> </table>	Рік	0.88	0.87	0.82	0.77	2015	0.88				2016		0.87			2017			0.82		2018				0.77
Рік	0.88	0.87	0.82	0.77																							
2015	0.88																										
2016		0.87																									
2017			0.82																								
2018				0.77																							
<i>Ціль 11. Сталій розвиток міст і громад</i>																											
<p>Завдання 11.5. Зменшити негативний вплив забруднюючих речовин, у т. ч. на довкілля міст, шляхом використання інноваційних технологій</p>	<p>▶ Індикатор 11.5.2. Сумарний обсяг викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, умовно приведений до оксиду вуглецю з урахуванням відносної агресивності основних забруднювачів, % до рівня 2015 року</p>	 <table border="1" data-bbox="949 835 1460 974"> <thead> <tr> <th>Рік</th> <th>100</th> <th>95</th> <th>90</th> <th>85</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2015</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td></td> <td>95</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td></td> <td></td> <td>90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>	Рік	100	95	90	85	2015	100				2016		95			2017			90		2018				85
Рік	100	95	90	85																							
2015	100																										
2016		95																									
2017			90																								
2018				85																							
	<p>▶ Індикатор 11.5.3. Сумарний обсяг викидів у атмосферне повітря забруднюючих речовин від пересувних джерел, умовно приведений до оксиду вуглецю з урахуванням відносної агресивності основних забруднювачів, % до рівня 2015 року</p>																										

Продовження табл. А 1

1	2	3				
	<p>▶ Індикатор 11.5.4. Кількість міст, в яких середньодобові концентрації основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації, одиниць</p>	 <table border="1"> <tr> <td>23</td> <td>22</td> <td>20</td> <td>15</td> </tr> </table>	23	22	20	15
23	22	20	15			
<i>Ціль 12. Відповідальне споживання та виробництво</i>						
<p>Завдання 12.1. Знизити ресурсоємність економіки</p>	<p>▶ Індикатор 12.1.1. Ресурсоємність ВВП (питома вага вартості природних ресурсів в одиниці ВВП), % до рівня 2015 року</p>	 <table border="1"> <tr> <td>100</td> <td>90</td> <td>80</td> <td>60</td> </tr> </table>	100	90	80	60
100	90	80	60			
<p>Завдання 12.2. Зменшити втрати продовольства у виробничозбутових ланцюжках</p>	<p>▶ Індикатор 12.2.1. Частка післязбиральних втрат у загальному виробництві зернових культур, %</p>	 <table border="1"> <tr> <td>2.2</td> <td>1.8</td> <td>1.0</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	2.2	1.8	1.0	0.5
2.2	1.8	1.0	0.5			



Продовження табл. А 1

1	2	3								
	<p>▶ Індикатор 12.2.2. Частка післязбиральних втрат у загальному виробництві овочів та баштанних культур, %</p>	 <table border="1"> <tr> <td>2013</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>12,3</td> <td>10,0</td> <td>7,0</td> <td>5,0</td> </tr> </table>	2013	2014	2015	2016	12,3	10,0	7,0	5,0
2013	2014	2015	2016							
12,3	10,0	7,0	5,0							
<p>Завдання 12.4. Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв</p>	<p>▶ Індикатор 12.4.1. Обсяг утворених відходів усіх видів економічної діяльності на одиницю ВВП, кг на 1000 дол. США за ПКС 2011 року</p>	 <table border="1"> <tr> <td>2013</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>977,4</td> <td>950,0</td> <td>880,0</td> <td>800,0</td> </tr> </table>	2013	2014	2015	2016	977,4	950,0	880,0	800,0
	2013	2014	2015	2016						
977,4	950,0	880,0	800,0							
<p>▶ Індикатор 12.4.2. Частка спалених та утилізованих відходів у загальному обсязі утворених відходів, %</p>	 <table border="1"> <tr> <td>2013</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>55</td> </tr> </table>	2013	2014	2015	2016	30	35	45	55	
2013	2014	2015	2016							
30	35	45	55							
<i>Ціль 14. Збереження морських ресурсів</i>										
<p>Завдання 14.1. Скоротити забруднення морського середовища</p>	<p>▶ Індикатор 14.1.1. Частка скидів забруднених стічних вод у загальному обсязі скидів до морського середовища, %</p>	 <table border="1"> <tr> <td>2013</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>11</td> <td>9</td> <td>5</td> </tr> </table>	2013	2014	2015	2016	15	11	9	5
2013	2014	2015	2016							
15	11	9	5							

## Додаток Б

### 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, Mendeley, 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, Mendeley, 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, Sciencetific 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, Sciencetific Indexing Services, Academic Resource Index ResearchBib, BASE. Автором визначено інтеграційні ризики проектів об'єктів логістичної інфраструктури.*
9. Ковтун Т.А., Дмитриева Л.В. Реинжиниринг бизнес-процессов с позиций методологии управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. Збірник наукових праць. Вип. 30. Київ: КНУБА, 2017. С. 44–49. *Фахове видання, включено до МНБ: 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*. Сєверодонецьк, 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: *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»*. Вип. 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. Вип. 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 ecologistics 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 XIII. 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. Вип. 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, ScisenseIndex, 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. Инновационные подходы к развитию менеджмента : монографія. 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. та ін. Одеса, 2016. С. 95–99. *Автором визначено специфіку управління ризиками логістичних систем.*
30. Ковтун Т.А., Коренєва А.Ю. Застосування інструментарію сучасного менеджменту в організації діяльності холдингових компаній. Стратегія і організаційна структура. Проектний та логістичний менеджмент : нові знання на базі двохметодологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРИЄНКО СВ, 2018. С. 44–50. *Автором досліджено застосування проектного підходу в управлінні компаніями.*
31. Ковтун Т.А., Дмитрієва Л.В. Рейнжиніринг бізнес-процесів з позицій методології проектного менеджменту. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двохметодологій. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко 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. Т. 1 : монографія / С.В. Руденко та ін. Одеса : КУПРІЄНКО 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 : 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. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна 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. Т. 2 : монографія / І.О. Лапкіна 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. Т. 3 : монографія / С.В. Руденко 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. Т. 3 : монографія / С.В. Руденко 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 : 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-технічної конференції. 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 p. P. 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 конференція «*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. P3M* : Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції: [у 2т.]. Т. 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). Т. 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*.

## Додаток В

### Акти впровадження результатів дослідження



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор ОНМУ

Сергій РУДЕНКО

« 14 » « 01 » 2021 р.

**АКТ ВИКОРИСТАННЯ  
РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ  
КОВТУН Тетяни Антонівни  
В МІЖНАРОДНИХ ПРОЕКТАХ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Т.А. Ковтун на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, використовувались при виконанні міжнародних проектів ОНМУ.

В міжнародному науковому проекті 2.2.1.73194.264 «Створення міжуніверситетського центру з оцінки та управління екологічними та технологічними ризиками на Чорному морі» Ковтун Т.А. прийняла участь у розробці розділів «Analysis and classification of marine accidents in the area of responsibility of Ukraine», «System approach to qualitative analysis of project risks».

В міжнародному проекті «DIONYSUS» DTP3-576-3.1 «Інтеграція Дунайського регіону в розумні та стійкі, змішані та комбіновані транспортні ланцюги» Ковтун Т.А. прийняла участь в пакеті робіт «Управління проектом» в якості проектного менеджера.

Начальник ЦМВО

Ганна БРАШОВЕЦЬКА



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР

Олексій НЕМЧУК

« 01 » 2021 р.

**АКТ**

використання результатів дисертаційного дослідження  
 доцента кафедри «Управління логістичними системами та проектами»  
 Одеського національного морського університету

**КОВТУН Тетяни Антонівни**

у науково-дослідній темі

**«Теоретичні основи управління проектами розвитку підприємств  
 морського транспорту з урахуванням ситуацій ризику»**

(номер державної реєстрації 0109U0000813)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Т.А. Ковтун на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, використовувались в науковій роботі ОНМУ при виконанні теми «Теоретичні основи управління проектами розвитку підприємств морського транспорту з урахуванням ситуацій ризику» (номер державної реєстрації 0109U0000813).

В цій роботі Ковтун Т.А. була відповідальним виконавцем та приймала участь у розробці розділів «Ідентифікація ситуацій ризику транспортних підприємств», «Приклад моделювання прийняття оптимальних рішень при управлінні інвестиційним проектом судноплавної компанії».

Узгоджено:

Директор НДІФ та ПД

Зав. НВВ НДІФ та ПД

Костянтин ЄГУПОВ

Олена КОРОВІНА





ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР

Олексій НЕМЧУК

« 24 » « 01 » 2021 р.

використання результатів дисертаційного дослідження  
 доцента кафедри «Управління логістичними системами та проектами»  
 Одеського національного морського університету  
**КОВТУН Тетяни Антонівни**  
 у науково-дослідній темі  
**К-03-12 «Проектно-орієнтоване управління підприємствами морського  
 транспорту»**  
 (номер державної реєстрації 0112U004304)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Т.А. Ковтун на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, використовувались в науковій роботі ОНМУ при виконанні теми К-03-12 «Проектно-орієнтоване управління підприємствами морського транспорту» (номер державної реєстрації 0112U004304).

В цій роботі Ковтун Т.А. приймала участь в розробці розділів «Сучасні форми співробітництва виробничо-транспортних підприємств при перевезенні вантажів у експортному напрямку», «Ідентифікація ризиків як складова якісного аналізу ризиків інвестиційних проектів».

Узгоджено:

Директор НДІФ та ПД

Зав. НВВ НДІФ та ПД

Костянтин ЄГУПОВ

Олена КОРОВІНА



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР

Олексій НЕМЧУК

« 01 » 2021 р.

**АКТ**

використання результатів дисертаційного дослідження  
доцента кафедри «Управління логістичними системами та проектами»  
Одеського національного морського університету

**КОВТУН Тетяни Антонівни**

у науково-дослідній темі

**К-04-15 «Ресурсне забезпечення проєктів на морському транспорті»  
(номер державної реєстрації 0115U001589)**

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Т.А. Ковтун на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, використовувались в науковій роботі ОНМУ при виконанні теми К-04-115 «Ресурсне забезпечення проєктів на морському транспорті» (номер державної реєстрації 0115U001589).

В цій роботі Ковтун Т.А. приймала участь в якості виконавця в розробці розділу «Корпоративні системи управління проектами».

Узгоджено:

Директор НДІФ та ПД

Костянтин ЄГУПОВ

Зав. НВВ НДІФ та ПД

Олена КОРОВІНА



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР

Олексій НЕМЧУК

« 14 » « 01 » 2021 р.

**АКТ**

використання результатів дисертаційного дослідження  
доцента кафедри «Управління логістичними системами та проектами»

Одеського національного морського університету

**КОВТУН Тетяни Антонівни**

у науково-дослідній темі

**К-02-19 «Управління проектами створення та функціонування  
логістичних систем»**

**(номер державної реєстрації 0119U002262)**

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Т.А. Ковтун на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, використовувались в науковій роботі ОНМУ при виконанні теми К-02-19 «Управління проектами створення та функціонування логістичних систем» (номер державної реєстрації 0119U002262).

В цій роботі Ковтун Т.А. приймала участь в якості виконавця в розробці розділу «Інтеграційні ризики проектів створення логістичних центрів».

Узгоджено:

Директор НДІФ та ПД

Костянтин ЄГУПОВ

Зав. НВВ НДІФ та ПД

Олена КОРОВІНА

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор



ПП «КОНКРІТ ГРУП»

Блігадір М.А.

« 12 » 01 2021 р.

**АКТ впровадження результатів дисертаційного дослідження****Ковтун Тетяни Антонівни****«Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем» на здобуття наукового ступеня****доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами**

Приватне підприємство «КОНКРІТ ГРУП» здійснює підприємницьку діяльність на ринку оптової торгівлі деревиною, будівельними матеріалами та санітарно-технічним обладнанням. Кризові явища в світовій та вітчизняній економіці, що спостерігаються останнім часом, та високий рівень конкуренції на ринку торгівлі будівельними матеріалами спонукали керівництво компанії до пошуків нових підходів в господарчій діяльності. Застосування методів управління проектами з урахуванням екологічної складової є одним з пріоритетним напрямком розвитку підприємства. Дослідження, проведені в дисертаційній в роботі Ковтун Т.А., відповідають потребам у методичному забезпеченні проектної діяльності підприємства.

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни на тему «Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем» успішно впроваджено в управлінську діяльність ПП «КОНКРІТ ГРУП».

Завдяки застосуванню моделі екологістичної системи організовано рух зворотних матеріальних потоків та замкнуто ланцюги постачань деревинних будівельних матеріалів, що підвищило прибутковість бізнесу.

Формування потоків грошових коштів проєктів операційної діяльності підприємства проводилось за допомогою запропонованої в дисертаційній роботі моделі, що враховує екологічну складову, а оцінка ефективності проєктів – за допомогою виведеної математичної формули дисконтованого строку окупності. Використання даних інструментів дозволило точніше визначити потоки грошових коштів та коректніше провести оцінку його ефективності, що позитивно вплинуло на результати проєктної діяльності компанії.

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни пропонується вважати реалізованими в практичній діяльності ПП «КОНКРІТ ГРУП» та визначити такими, що мають прикладне значення в удосконаленні еколого-орієнтованого управління проєктною діяльністю.

Директор ПП  
«КОНКРІТ ГРУП»



М.А. Блігадір

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
 Директор ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС КТТ»  
 Заболотний О.В.  
 2021 р.



#### АКТ

про практичне використання результатів дисертаційного дослідження  
 Ковтун Тетяни Антонівни на тему  
 «Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем»

Компанія ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС-КТТ» з 2019 року застосовує результати дисертаційного дослідження доцента кафедри «Управління логістичними системами і проектами» Одеського національного морського університету Ковтун Тетяни Антонівни на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, а саме:

1. Завдяки застосуванню логістичного та екологічного підходів в роботі компанії створено екологістичну систему постачання пально-мастильних матеріалів, що враховує рух зворотних матеріальних потоків у вигляді відпрацьованої олії.
2. Метод управління конфігурацією продуктів проекту екологістичної системи застосовується в процесі розробки логістичної системи постачання перевантажувальної техніки та обладнання до неї. Особлива увага приділяється моделі управління змістом продуктів проекту екологістичної системи, яка враховує екологічні характеристики обладнання, що поставляється, такі, як застосування екологічно чистої сировини в процесі виробництва, екологічно чистих видів палива в процесі доставки обладнання.
3. Організаційна структура управління логістичними проектами в компанії уявляє собою багатомірну матрицю, що дозволяє здійснювати управління проектами через проектний офіс.

Використання зазначених наукових розробок в практичній діяльності компанії ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС-КТТ» дозволило підвищити ефективність організації управління логістичними проектами компанії, підвищити рівень застосування вторинних матеріальних ресурсів у ресурсному забезпеченні

діяльності компанії, здобути статус еко-орієнтованої компанії на ринку постачання та обслуговування перевантажувальної техніки.

Директор  
ТОВ «ТРАНС-СЕРВІС-КТТ»



Заболотний О.В.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Міжнародні

транспортні рішення»

Дихан В.І.



2020р.

### АКТ

впровадження результатів дисертаційного дослідження

КОВТУН Тетяни Антонівни

на тему «Методологія конвергентного управління проектами  
екологістичних систем» на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни на тему «Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем» успішно впроваджено в управлінську діяльність ТОВ «Міжнародні транспортні рішення» за напрямками: вантажні перевезення автомобільних вантажів та транспортна обробка вантажів, а саме:

- завдяки застосуванню пропонованого підходу сформовано проектний офіс та організаційну структуру управління логістичною діяльністю матрично-функціонального типу, що дозволило покращити комунікації між підрозділами та підвищити ефективність управління організацією;
- побудова моделі життєвого циклу проекту дозволила виділити еколого-орієнтовану складову у проектах надання транспортних послуг компанією та врахувати вплив екологічних аспектів на ефективність проектів;



- механізм управління часовими параметрами проекту було застосовано при реалізації проекту розвитку компанії, що дозволило позитивно вплинути на строки реалізації проекту та більш точно спрогнозувати потоки грошових коштів проекту.

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни пропонується вважати реалізованими в практичній діяльності ТОВ «Міжнародні транспортні рішення».

Директор ТОВ  
«Міжнародні транспортні рішення»



В.І. Дихан



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з НІПР

Валерій МАРКОВ

« 18 » « 01 » 2021 р.

**АКТ ВИКОРИСТАННЯ  
РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ  
КОВТУН Тетяни Антонівни  
В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Ми, що нижче підписалися, начальник навчально-методичного відділу доц. Герасимов І.В., директор Навчально-наукового інституту Морського бізнесу, д.е.н., проф. Онищенко С.П. склали цей акт про те, що результати дисертаційного дослідження к.т.н., доцента Ковтун Тетяни Антонівни на тему «Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами, були використані:

- при читанні лекцій та проведенні практичних занять з дисциплін «Управління ланцюгами постачань та ризику в логістиці» для студентів магістратури спеціальності 275 «Транспортні технології», дисциплін «Проекти реструктуризації та розвитку підприємств», «Управління ризиками та проєктний потенціал підприємства», «Актуальні проблеми економіки, соціальної та екологічної безпеки», «Моделі та методи ризик-менеджменту» для студентів магістратури спеціальності 073 «Менеджмент», дисциплін «Методологія управління ризиками», «Сучасні механізми менеджменту» для студентів аспірантури спеціальності 073 «Менеджмент» у Навчально-науковому

інституті Морського бізнесу Одеського національного морського університету;

- при читанні лекцій з дисципліни «Управління ризиками» студентам «Bronislaw Markiewicz State Higher School of Technology and Economics in Jaroslaw» (м. Ярослав, Польща) та студентам «University of Teramo» (м. Терамо, Польща) за програмою Міжнародної академічної мобільності Erasmus+; з дисципліни «Основи організації та управління» «Higher School of Busines» (м. Донбравга Гурничга, Польща) за програмою співпраці «Подвійні дипломи» Одеського національного морського університету»;
- при розробці магістерських робіт студентами магістратури зі спеціальності 073 «Менеджмент» Навчально-наукового інституту Морського бізнесу Одеського національного морського університету: Волкова О.В., Дадерко І.В., Джулаєва М.М., Дудніка О.Ю., Красницької В.О., Самоненко Ю.О., Теплухіна Р.Ю.

Начальник НМВ

Директор ННіМБ



Ігор ГЕРАСИМОВ

Світлана ОНИЩЕНКО



## АКТ

впровадження результатів дисертаційного дослідження  
КОВТУН Тетяни Антонівни

на тему «Методологія конвергентного управління проектами екологістичних систем» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни були успішно впроваджені в управлінську та навчальну діяльність ТОВ «ІНМАР-КОМ» а саме:

- при здійсненні логістичної діяльності було здійснено коригування тривалості життєвого циклу проекту логістичної системи, що призвело до її трансформації в екологістичну систему та зменшило негативний вплив на навколишнє середовище;
- при здійсненні навчальної діяльності з підготовки логістів, як потенційних учасників проектів екологістичних систем, застосовувались: модель формування зворотних потоків екологістичної системи та розрахункова формула дисконтованого строку окупності проекту екологістичної системи.

Результати дисертаційного дослідження Ковтун Тетяни Антонівни пропонується вважати реалізованими в практичній діяльності ТОВ «ІНМАР-КОМ».