

## МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 005.8

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2020.2-7.03>

### ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ СТРОКУ ОКУПНОСТІ ПРОЄКТУ ЕКОЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

**Т.А. Ковтун**

к.т.н., доцент, доцент кафедри управління логістичними системами та проєктами,  
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-2753-8519

#### **Анотація**

**Вступ.** Збереження навколишнього середовища на тепер є однією з найважливіших, невідкладних і всеосяжних проблем, від якої залежить майбутнє людства й життя на планеті в цілому. Логістика як область практичної діяльності вносить свій негативний внесок у стан навколишнього середовища. Останнім часом як сучасна концепція логістики застосовується екологістика, яка сприяє запобіганню та ліквідації наслідків негативного екодеструктивного впливу на довкілля завдяки трансформації логістичних систем. **Метою статті** є дослідження впливу змін у структурі й тривалості життєвого циклу проєкту екологістичної системи, що зумовлені екологічною орієнтованістю такого типу проєктів, на оцінку ефективності проєкту за допомогою критерію ефективності – дисконтованого строку окупності. **Результати.** Досліджено специфічні особливості життєвого циклу проєкту екологістичної системи. Розроблено модель життєвого циклу проєкту екологістичної системи, в якій відбито зв'язки між часовими інтервалами й притоками й відтоками грошових коштів, що відповідають етапам фаз життєвого циклу проєкту. Запропоновано математичну формулу для розрахунку дисконтованого строку окупності проєкту, яка враховує специфічні особливості формування потоків грошових коштів окремих фаз життєвого циклу проєкту екологістичної системи. Застосування формули можливе в разі виконання умови сталості потоків етапів експлуатаційної та регенеративної фаз, що відповідає умовам невизначеності під час прогнозування потоків грошових коштів на початку проєкту. **Висновки.** Екологістична система має специфічні характеристики, що відрізняють її від логістичної системи. Зокрема, життєвий цикл проєкту екологістичної системи містить екологоорієнтовані фази, протягом яких здійснюються заходи, спрямовані на збереження та відновлення екосистеми. Модель життєвого циклу проєкту екологістичної системи містить п'ять фаз: передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну, регенеративну й ревіталізаційну, що протікають упродовж шести часових інтервалів. Кожному часовому інтервалу відповідають потоки грошових коштів певних фаз. Представлено модель життєвого циклу, яка враховує притоки й відтоки грошових коштів протягом часо-

вих інтервалів. Оцінка ефективності проекту здійснюється за допомогою показника дисконтованого строку окупності з урахуванням специфічних особливостей потоків грошових коштів упродовж життєвого циклу екологістичної системи.

**Ключові слова:** проект екологістичної системи, життєвий цикл проекту, дисконтований строк окупності проекту.

## PECULIARITIES OF DETERMINING THE DISCOUNTED PAYBACK PERIOD OF THE ECO-LOGISTIC SYSTEM PROJECT

**T.A. Kovtun**

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor  
at the Department of Logistic Systems and Projects Management,  
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-2753-8519

### **Summary**

**Introduction.** Preserving the environment today is one of the most important, urgent and comprehensive issues on which the future of humanity and life on the planet as a whole depends. Logistics as an area of practical activity makes a negative contribution to the state of the environment. Recently, ecology has been used as a modern concept of logistics, which helps to prevent and eliminate the consequences of negative eco-destructive impact on the environment through the transformation of logistics systems. **The purpose** of the article is to study the impact of changes in the structure and duration of the environmental system project life cycle, due to the environmental orientation of this type of project, to assess the effectiveness of the project using the criterion of efficiency – discounted payback period. **Results.** The specific features of the ecological system project life cycle are investigated. An ecological system project life cycle model has been developed, which reflects the links between time intervals and cash inflows and outflows that correspond to the stages of the project life cycle phases. A mathematical formula for calculating the discounted payback period of the project is proposed, which takes into account the specific features of the formation of individual phases cash flows of the ecological system project life cycle. The application of the formula is possible under the condition of constancy of flows of stages of operational and regenerative phases, which corresponds to the conditions of uncertainty in forecasting cash flows at the beginning of the project. **Conclusions.** The ecological system has specific characteristics that distinguish it from the logistics system. In particular, the project life cycle of the ecological system includes ecologically-oriented phases, during which measures are taken to preserve and restore the ecosystem. The ecosystem project life cycle model includes five phases: pre-investment, investment, operational, regenerative and revitalization, which take place over six-time intervals. Each time interval corresponds to cash flows of certain phases. A life cycle model is presented that takes into account cash inflows and outflows over time intervals. The project efficiency is assessed using the discounted payback period, taking into account the specific features of cash flows during the life cycle of the environmental system.

**Key words:** ecological system project, project life cycle, discounted payback period of the project.

**Вступ.** Збереження навколишнього середовища натеper є однією з найважливіших, невідкладних і всеосяжних проблем, від якої залежить майбутнє людства й життя на планеті в цілому.

**Постановка проблеми.** Останнім часом відбувається інтенсивний пошук нової стратегії виживання людства в умовах обмеженості природних ресурсів і погіршення природних умов існування людини як біологічного виду [1]. Проблема майбутнього розвитку цивілізації загалом вийшла на передній край наукового пошуку й суспільної свідомості загалом. Виходом із ситуації, що склалася, визнано застосування концепції сталого розвитку, яка є природною реакцією світової спільноти на наявні загрози й передбачає гармонійне співіснування природи й суспільства, що потребує врахування екологічних і соціальних факторів у всіх сферах життя людини [2].

Логістика як область практичної діяльності вносить свій негативний внесок у стан навколишнього середовища. Останнім часом як сучасна концепція логістики застосовується екологічна логістика (екологістика, зелена логістика), яка в рамках концепції сталого розвитку розглядається як ефективний підхід до управління матеріальними й супутніми потоками із ціллю зниження еколого-економічних збитків, що наносяться довкіллю [3; 4]. Екологістика сприяє запобіганню та ліквідації наслідків негативного екодеструктивного впливу на довкілля завдяки трансформації логістичних систем, які відповідають сучасній лінійній моделі економіки, в екологістичні системи [5], що дозволяють впровадити принципи циркулярної економіки в господарчу діяльність.

Інструментом впровадження циркулярної моделі економіки є екологічно орієнтовані логістичні системи. Однією з основних властивостей екологістичної системи є наявність замкнених логістичних ланцюгів, які дозволяють збільшити кількість продукції, що повертається у виробничий цикл у різноманітних формах. Як наслідок, зменшується екодеструктивний вплив на довкілля шляхом мінімізації використання природних ресурсів і зниження забруднення навколишнього середовища відходами виробництва й споживання.

Підвищення успішності впровадження проектів екологістичних систем можливо досягти завдяки застосуванню моделей і методів методології управління проектами. З позицій проектного підходу екологістична система розглядається як унікальний результат, що отримується від цілеспрямованої тимчасової діяльності. Отже, на проект створення екологістичної системи відводиться обмежений період від його початку до завершення, який заведено називати життєвим циклом проекту [6].

Зростає важливість проблеми захисту навколишнього середовища й можливих впливів, пов'язаних із продукцією, що виготовляється та споживається, потребує подовження життєвого циклу шляхом додавання екологоорієнтованих фаз (етапів, стадій). Трансформаційні зміни в складі й тривалості фаз життєвого циклу впливають на ефективність проекту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання проектування та функціонування екологістичних систем активно досліджуються сучасними науковцями. У працях Е.М. Букринської та Л.А. Мяснікової [7] відзначається необхідність переходу до економіки замкнутого циклу й розглядаються питання трансформації логістичних

систем, розроблено структуру замкнутого ланцюга постачання. У дослідженні К.О. Дзюбіної [8] розглянуто особливості функціонування прямих і зворотних матеріальних потоків, обґрунтовано доцільність впровадження в логістичну діяльність підприємства інструментів зворотної логістики, сформовано основні моделі функціонування зворотних матеріальних потоків у сучасних умовах господарювання, виявлено особливості руху поворотних та утилізаційно-рециклінгових зворотних матеріальних потоків. У роботах приділяється більше уваги врахуванню техніко-технологічних аспектів функціонування екологістичних систем під час їхнього проектування; питання особливостей саме проектів екологістичних систем, що обґрунтовуються їх екологічною орієнтованістю, не розглядаються.

Проектний підхід передбачає поділ життєвого циклу проекту на фази, що характеризуються отриманням певного продукту. У праці Ф. Бег'юлі [9] наголошується, що до життєвого циклу проекту входять початкова, проміжна й завершальна фази, що являє собою укрупнений варіант поетапного розбиття проекту. У дослідженні В.А. Рач [10] пропонується ділити проект не тільки на фази, але й на етапи, між якими встановлюється нечітка відповідність. Але в роботах не враховується потрібність приділення часу нейтралізації екодеструктивного впливу проекту та його продуктів на довкілля.

Останнім часом спостерігаються позитивні тенденції врахування екологічної складової частини в проектній діяльності. Стандарт Р5 включає такі області, як «Персонал, Планета, Прибуток, Процес, Продукт» [11].

Зміна поглядів на тривалість і склад фаз життєвого циклу впливає на процес формування параметрів проекту – специфічних характеристик, від управління якими залежить успіх проекту. Важливість управління часом і вартістю проекту підтверджується винесенням цих питань в окремі галузі знань методології управління проектами [6].

Дослідження об'єктних, часових, грошових параметрів проекту проводиться в роботах сучасних науковців. На необхідність управління часовими характеристиками фаз життєвого циклу звертають увагу С.П. Онищенко, Є.С. Арабаджі, К. Ахсан, І. Гунаван [12; 13]. У роботах не досліджується питання впливу екологічних характеристик продуктів проекту на об'єктні, вартісні й часові параметри проекту.

Життєвий цикл проекту екологістичної системи має свої специфічні особливості, врахування яких дозволить точніше визначити параметри проекту та їхній вплив на ефективність такого типу проектів.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є дослідження впливу змін у структурі й тривалості життєвого циклу проекту екологістичної системи, що зумовлені екологічною орієнтованістю такого типу проектів, на оцінку ефективності проекту за допомогою критерію ефективності – дисконтованого строку окупності. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

1. Визначити специфічні особливості життєвого циклу проекту екологістичної системи.
2. Створити модель життєвого циклу проекту екологістичної системи.
3. Розробити формулу дисконтованого строку окупності проекту з урахуванням специфічних особливостей життєвого циклу проекту екологістичної системи.

**Виклад основного матеріалу.** Життєвий цикл проекту екологістичної системи має відмінності від життєвого циклу проекту логістичної системи в її класичному розумінні, обґрунтовані специфічними особливостями такого типу проектів. Пропонується поділяти життєвий цикл проекту екологістичної системи на такі фази: передінвестиційну (pre-investment phase, P), інвестиційну (investment phase, I), експлуатаційну (operational phase, O), регенеративну (regenerative phase, R), ревіталізаційну (revitalization phase, V).

Екологізація логістичної системи впливає на всі продукти проекту, а також приводить до збільшення кількості фаз і тривалості життєвого циклу проекту.

Модель життєвого циклу представляється у вигляді послідовності стадій, які можуть перекриватись і (або) повторюватись циклічно відповідно до галузі застосування, розміру, складності, потреби в змінах і можливостях. У проектах екологістичних систем фази життєвого циклу можуть як протікати послідовно, одна за одною, так і перекриватись. Інвестиційна фаза настає тільки після завершення передінвестиційної фази. Регенеративна фаза починається до завершення експлуатаційної фази, коли продукт від кінцевого споживача поступає у зворотний потік матеріальних ресурсів. Ревіталізаційна фаза починається разом з інвестиційною, протікає впродовж експлуатаційної та регенеративної фаз і триває до закінчення проекту.

Фази життєвого циклу проекту екологістичної системи складають множину фаз проектів  $C^f$ , ( $f = \overline{1; F}$ ). Етапи (стадії) фаз проекту складають множину  $S^j$ ,  $f$  ( $f = \overline{1; F}$ ) – фаза проекту,  $j$  ( $j = \overline{1; J}$ ) – етап фази. Етапам фаз проекту 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 проекту, які є віховими подіями. Упродовж життєвого циклу проекту екологістичної системи пропонується виділяти такі 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.

Таким чином, життєвий цикл містить множину  $TI^i$ , ( $i = \overline{1; I-1}$ ) часових інтервалів  $[t_i; t_{i+1}]$  – проміжків часу, початком і завершенням яких є віхові події, яким відповідають початок або завершення фази (етапу) проекту, що характеризуються отриманням певного результату.

До життєвого циклу проекту екологістичної системи входять фази, які відрізняються кількістю етапів в їх складі:

перша, передінвестиційна фаза –  $P_{[0;1]}^{11}$ ,

друга, інвестиційна фаза –  $I_{[1;2]}^{21}$ ,

третья, експлуатаційна фаза –  $O_{[2;3]}^{31}$ ,  $O_{[3;4]}^{32}$ ,

четверта, регенеративна фаза –  $R^{41}$ ,  $R^{42}$ ,  
п'ята, ревіталізаційна фаза –  $V^{51}$ ,  $V^{52}$ ,  $V^{53}$ ,  $V^{54}$ ,  $V^{55}$  (рис. 1).

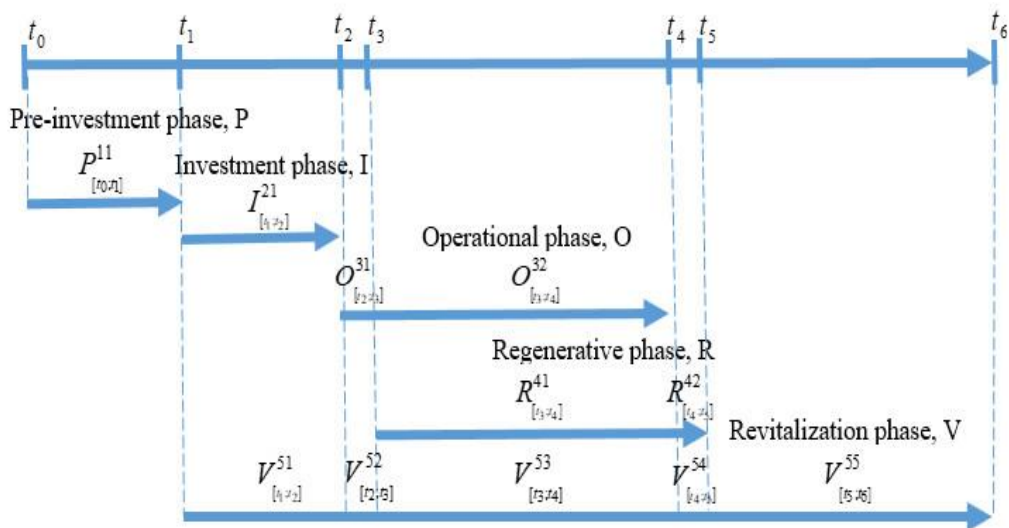


Рис. 1. Графічна модель життєвого циклу проекту екологістичної системи  
Джерело: власна розробка автора

Етапи життєвого циклу проекту екологістичної системи завершуються отриманням проміжного результату – продукту фази (етапу) проекту, який належить до множини продуктів проекту  $R^{ij}$ ,  $(f = \overline{1; F})$ ,  $(j = \overline{1; J})$ ,  $(i = \overline{1; I - 1})$ .

Упродовж часового інтервалу  $[t_0; t_1]$  протікає передінвестиційна фаза  $P^{11}$ , результатом якої є документально оформлений проект екологістичної системи  $PD^{11}$ .

Протягом часового інтервалу  $[t_1; t_2]$  протікають: інвестиційна фаза  $I^{21}$ , результатом якої є екологістична система  $ELS^{21}$ , та етап ревіталізаційної фази  $V^{51}$ , результатом якого є ревіталізація наслідків створення екологістичної системи  $RV^{51}$ .

Упродовж часового інтервалу  $[t_2; t_3]$  протікають: етап експлуатаційної фази  $O^{31}$ , результатом якого є логістичний потік (прямий матеріальний потік)  $DMF^{31}$ , та етап ревіталізаційної фази  $V^{52}$ , результатом якого є ревіталізація наслідків екологістичного потоку (прямого матеріального потоку)  $RV^{52}$ .

Протягом часового інтервалу  $[t_3; t_4]$  протікають: етап експлуатаційної фази  $O^{32}$ , результатом якого є логістичний потік (прямий матеріальний потік)  $DMF^{32}$ , етап регенеративної фази  $R^{41}$ , результатом якого є логістичний потік (зворотний

матеріальний потік)  $RMF_{[3;4]}^{41}$ , та етап ревіталізаційної фази  $V_{[3;4]}^{53}$ , результатом якого є ревіталізація наслідків руху логістичного потоку (прямого й зворотного матеріальних потоків)  $RV_{[3;4]}^{53}$ .

Упродовж часового інтервалу  $[t_p; t_s]$  протікають: етап регенеративної фази  $R_{[4;5]}^{42}$ , результатом якого є логістичний потік (зворотний матеріальний потік)  $RMF_{[4;5]}^{42}$ , та етап ревіталізаційної фази  $V_{[4;5]}^{54}$ , результатом якого є ревіталізація наслідків руху логістичного потоку (зворотного матеріального потоку)  $RV_{[4;5]}^{54}$ .

Протягом часового інтервалу  $[t_s; t_6]$  протікає етап ревіталізаційної фази  $V_{[5;6]}^{55}$ , результатом якого є ревіталізація наслідків проекту екологістичної системи  $RV_{[5;6]}^{55}$ .

Отримання продуктів проекту  $R_{[i; i+1]}^{fj}$  характеризується відповідними потоками грошових коштів  $CF_{[i; i+1]}^{fj}$ , ( $f = \overline{1; F}$ ), ( $j = \overline{1; J}$ ), ( $i = \overline{1; I-1}$ ), які формуються з притоків  $IF_{[i; i+1]}^{fj}$  та відтоків  $OF_{[i; i+1]}^{fj}$  грошових коштів.

Отже, для характеристики грошових потоків життєвого циклу проекту екологістичної системи формуються такі множини:

– множина потоків грошових коштів, які генерують проміжні продукти проекту:

$$CF_{[i; i+1]}^{fj} = \left\{ CF_{[0;1]}^{11}; CF_{[1;2]}^{21}; CF_{[2;3]}^{31}; CF_{[3;4]}^{32}; CF_{[3;4]}^{41}; CF_{[4;5]}^{42}; CF_{[1;2]}^{51}; CF_{[2;3]}^{52}; CF_{[3;4]}^{53}; CF_{[4;5]}^{54}; CF_{[5;6]}^{55} \right\};$$

– множина притоків грошових коштів:

$$IF_{[i; i+1]}^{fj} = \left\{ IF_{[0;1]}^{11}; IF_{[1;2]}^{21}; IF_{[2;3]}^{31}; IF_{[3;4]}^{32}; IF_{[3;4]}^{41}; IF_{[4;5]}^{42}; IF_{[1;2]}^{51}; IF_{[2;3]}^{52}; IF_{[3;4]}^{53}; IF_{[4;5]}^{54}; IF_{[5;6]}^{55} \right\};$$

– множина відтоків грошових коштів:

$$OF_{[i; i+1]}^{fj} = \left\{ OF_{[0;1]}^{11}; OF_{[1;2]}^{21}; OF_{[2;3]}^{31}; OF_{[3;4]}^{32}; OF_{[3;4]}^{41}; OF_{[4;5]}^{42}; OF_{[1;2]}^{51}; OF_{[2;3]}^{52}; OF_{[3;4]}^{53}; OF_{[4;5]}^{54}; OF_{[5;6]}^{55} \right\}.$$

Під час розрахунку грошових потоків, що надходять упродовж часового інтервалу  $[t_p; t_{i+\mu}]$ , ( $i = \overline{0; I-1}$ ), необхідно враховувати притоки й відтоки грошових коштів, що генеруються в разі створення продуктів фаз проекту на певних часових інтервалах, як представлено у формулі:

$$CF_{[i; i+\mu]}^{fj} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J CF_{[i; i+\mu]}^{fj} = \sum_{f=1}^F \sum_{j=1}^J \left( IF_{[i; i+\mu]}^{fj} + OF_{[i; i+\mu]}^{fj} \right), \quad (1)$$

де  $CF_{[i; i+\mu]}^{fj}$  – потоки грошових коштів, які генеруються впродовж етапу  $j$  фази  $f$  проекту, що здійснюються протягом часового інтервалу  $[t_p; t_{i+\mu}]$ , ( $i = \overline{0; I-1}$ ).

Потоки грошових коштів  $CF_{[t^i; t^{i+1}]}^j$  різняться впродовж життєвого циклу й приймають залежно від притоків  $IF_{[t^i; t^{i+1}]}^j$  та відтоків  $OF_{[t^i; t^{i+1}]}^j$  позитивні або негативні значення залежно від етапу проєкту.

До множини часових інтервалів  $TI^i$  входять дві підмножини:

– підмножина часових інтервалів  $TI^i(OF)$ , яким відповідають грошові потоки, що складаються тільки з відтоків грошових коштів, тобто  $TI^i(IF; OF) \in TI^i(IF = 0; OF \neq 0)$ ,  $TI^i(OF) = \{[t_0; t_1]; [t_1; t_2]; [t_5; t_6]\}$ ;

– підмножина часових інтервалів  $TI^i(IF, OF)$ , яким відповідають грошові потоки, що складаються з притоків і відтоків 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  $TI^i(OF)$ , відтоки грошових коштів на:

– передінвестиційній фазі:

$$CF_{[t_0; t_1]} = CF_{[t_0; t_1]}^{11} = OF_{[t_0; t_1]}^{11}; \quad (2)$$

– інвестиційній фазі:

$$CF_{[t_1; t_2]} = CF_{[t_1; t_2]}^{21} + CF_{[t_1; t_2]}^{51} = OF_{[t_1; t_2]}^{21} + OF_{[t_1; t_2]}^{51}; \quad (3)$$

– останньому етапі ревіталізаційної фази:

$$CF_{[t_5; t_6]} = CF_{[t_5; t_6]}^{56} = OF_{[t_5; t_6]}^{56}. \quad (4)$$

Часовим інтервалам  $TI^i(IF; OF)$  життєвого циклу, яким характерні не тільки відтоки, але й притоки грошових коштів, належать потоки грошових коштів:

– першого етапу експлуатаційної та другого етапу ревіталізаційної фази:

$$CF_{[t_2; t_3]} = CF_{[t_2; t_3]}^{31} + CF_{[t_2; t_3]}^{52} = IF_{[t_2; t_3]}^{31} + OF_{[t_2; t_3]}^{31} + IF_{[t_2; t_3]}^{52} + OF_{[t_2; t_3]}^{52}; \quad (5)$$

– другого етапу експлуатаційної, першого етапу регенеративної та третього етапу ревіталізаційної фаз:

$$CF_{[t_3; t_4]} = CF_{[t_3; t_4]}^{32} + CF_{[t_3; t_4]}^{41} + CF_{[t_3; t_4]}^{53} = IF_{[t_3; t_4]}^{32} + OF_{[t_3; t_4]}^{32} + IF_{[t_3; t_4]}^{41} + OF_{[t_3; t_4]}^{41} + IF_{[t_3; t_4]}^{53} + OF_{[t_3; t_4]}^{53}; \quad (6)$$

– другого етапу регенеративної та четвертого етапу ревіталізаційної фаз:

$$CF_{[t_4; t_5]} = CF_{[t_4; t_5]}^{42} + CF_{[t_4; t_5]}^{54} = IF_{[t_4; t_5]}^{42} + OF_{[t_4; t_5]}^{42} + IF_{[t_4; t_5]}^{54} + OF_{[t_4; t_5]}^{54}. \quad (7)$$



Додавання еколого-орієнтованих фаз до життєвого циклу вносить певні зміни у формування грошових потоків проекту. Збільшується кількість фаз, на яких формуються притоки грошових коштів шляхом регенеративної фази. Також збільшується кількість фаз, упродовж яких утворюються відтоки грошових коштів шляхом регенеративної та ревіталізаційної фази.

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

Оскільки моделювання потоків грошових коштів проекту здійснюється на початку проекту, коли точно спрогнозувати їх значення досить складно, прийmemo, що регенеративна фаза починається практично одночасно з експлуатаційною, тобто  $\Delta t_{23} = (t_3 - t_2) \rightarrow \min$  та  $\Delta t_{45} = (t_5 - t_4) \rightarrow \min$ . У такому випадку можливо припустити, що потоки грошових коштів упродовж експлуатаційної та регенеративної фази приймають умовно-постійні значення:

$$CF_{[2;3]} = CF_{[3;4]} = CF_{[4;5]} = CF_{[i;i+1]}^{const}, (i = \overline{2;4}) . \quad (8)$$

Дисконтований строк окупності відповідає моменту часу, коли чиста сучасна вартість проекту  $NPV$  дорівнює нулю, тобто за формулою:

$$-I_0 + \sum_{i=1}^T CF_i \cdot q^i = 0, \quad (9)$$

де  $I_0$  – первісні інвестиції в проект;  $q = \frac{1}{1+r}$  – коефіцієнт дисконтування;  $r$  – ставка дисконтування.

Відповідно до думки Т.В. Болдиревої та Т.А. Ковтун [14] для розрахунку дисконтованого строку окупності в разі постійних значень потоків грошових коштів застосовується:

$$DPP = \log_q \left[ 1 - \frac{I_0(1-q)}{CF_{const} \cdot q} \right], \quad (10)$$

де  $CF_{const}$  – постійні потоки грошових коштів у проекті.

Виведемо формулу  $DPP$  для проекту екологістичної системи, враховуючи специфічні особливості складу її життєвого циклу.

Оскільки потоки грошових коштів упродовж часового інтервалу  $[t_2; t_3]$  мають постійні значення, тобто  $CF_{[i;i+1]} = const$ ,  $(i = \overline{2;4})$ , формула (9) прийме вигляд:

$$CF_{[t_0;t_1]} \cdot q^1 + CF_{[t_1;t_2]} \cdot q^{t_2} + \sum_{i=2}^T CF_{[i;i+1]}^{const} \cdot q^{t_{i+1}} + CF_{[t_5;t_6]} \cdot q^{t_6} = 0. \quad (11)$$

Перетворимо формулу суми перших членів геометричної прогресії та запишемо:

$$\sum_{i=2}^T q^{t_{i+1}} = \frac{q^{t_1} (1 - q^T)}{1 - q}. \quad (12)$$

Тоді:

$$\frac{q^{t_2} (1 - q^T)}{1 - q} = \frac{-(CF_{[t_0;t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1;t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5;t_6]} \cdot q^{t_6})}{CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{const}}. \quad (13)$$

Строк окупності можливо розрахувати за такою формулою:

$$DPP = T = \log_q \left[ 1 + \frac{(CF_{[t_0;t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1;t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5;t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} \right] \quad (14)$$

за умови:

$$1 + \frac{(CF_{[t_0;t_1]} \cdot q^{t_1} + CF_{[t_1;t_2]} \cdot q^{t_2} + CF_{[t_5;t_6]} \cdot q^{t_6})(1 - q)}{CF_{[t_i;t_{i+1}]}^{const} \cdot q^{t_2}} > 0, \quad q > 0, \quad q \neq 1. \quad (15)$$

Отже, якщо на початку проекту екологістичної системи можливо спрогнозувати значення грошових потоків для різних етапів, фаз і часових інтервалів життєвого циклу, а також визначити значення ставки дисконтування грошових коштів, дисконтований строк окупності проекту розраховується за формулою (14). Застосування запропонованої формули дозволяє не тільки знайти значення одного з основних критеріїв оцінки ефективності інвестиційних проектів, але й врахувати особливості життєвого циклу й продуктів проекту екологістичної системи.

**Висновки.** Екологістична система має специфічні характеристики, що відрізняють її від логістичної системи. Зокрема, життєвий цикл проекту екологістичної системи містить екологоорієнтовані фази, впродовж яких здійснюються заходи, спрямовані на збереження та відновлення екосистеми. Модель життєвого циклу проекту екологістичної системи містить п'ять фаз: передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну, регенеративну й ревіталізаційну, що протікають упродовж шести часових інтервалів. Передінвестиційна, інвестиційна й експлуатаційна фаза здійснюються послідовно, регенеративна фаза починається відразу після початку експлуатаційної фази, ревіталізаційна фаза протікає паралельно з інвестиційною, експлуатаційною та регенеративною фазами. Закінчення ревіталізаційної фази означає закінчення проекту. Кожному часовому інтервалу відповідають потоки грошових коштів певних фаз. Представлено модель життєвого циклу, яка враховує притоки й відтоки грошових коштів протягом часових інтервалів. Розроблено математичну формулу для розрахунку дисконтованого строку окупності проекту екологістичної системи, що враховує грошові потоки впродовж часових інтервалів і припускає, що потоки грошових коштів протягом етапів експлуатаційної та регенеративної фаз умовно-постійні.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Программа действий. Повестка дня на XXI век и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. Женева : Центр «За наше общее будущее», 1993. 70 с.
2. Ковтун Т.А. Визначення ролі екологізації в досягненні цілей сталого розвитку. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2020. № 2 (71). С. 63–81.
3. Екологоорієнтоване логістичне управління виробництвом : монографія / Є.В. Мішенін, І.І. Коблянська, Т.В. Устік, І.Є. Ярова ; за наук. ред. д. е. н., проф. Є.В. Мішеніна. Суми : ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. 248 с.
4. Towards a circular economy: the role of dutch logistics industries and governments / N. Van Buren et al. *Sustainability*. 2016. № 647. <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647>.
5. Руденко С.В., Ковтун Т.А. Екологізація логістики як напрямок реалізації концепції сталого розвитку. *Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій* : монографія / авт. кол. С.В. Руденко, І.О. Лапкіна та ін. Том 3. Одеса : Куприєнко С.В., 2020. С. 7–24.
6. Международный стандарт ISO 14001:2004. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. 2004. 30 с.
7. Букринская Э.М., Мясникова Л.А. Логистика взаимодействия участников системы обращения с отходами. *Проблемы современной экономики*. 2018. № 3 (67). С. 152–157.
8. Дзюбіна К.О. Місце зворотного матеріального потоку у виробничо-господарській діяльності підприємства. *Вісник Дніпропетровського університету (ім. О. Гончара). Серія: Економіка*. Дніпропетровськ, 2011. Випуск 5 (4). С. 163–171.
9. Бэ́гьюли Ф. Управление проектом. Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2002. 208 с.
10. Рач В.А. Особенности взаимодействия руководителя и команды на различных этапах проекта. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2004. № 1. С. 160–170.
11. The GPM®Global P5™ Standard for Sustainability in Project Management. Ver. 1.5. GPM Global. URL: <https://www.greenprojectmanagement.org/the-p5-standard>.
12. 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.
13. 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.
14. Болдырева Т.В., Ковтун Т.А. Методический подход к инициализации параметров продуктов проекта транспортного предприятия. *Вісник Одеського національного морського університету : збірник наукових праць*. 2009. Вип. 22. С. 166–180.

### REFERENCES

1. Programma dejstvij. Povestka dnya na 21 vek i drugie dokumenty Konferencii v Rio-de-Zhanejro v populyarnom izlozhenii (1993). Zheneva: Centr "Za nashe obshchee budushchee". 70 p. [in Russian].
2. Kovtun, T. (2020). Determining the role of greening in achieving sustainable development goals. *Development of methods of management and administration of transport*. 2(71). 63–81 [in Ukraine].
3. Mishenin, E.V., Koblyanska, I.I., Ustik, T.V. & Yarova, I.E. (2013). Yekologorientovane logistichne upravlinnya virobnitstvom. Sumi: TOV "Drukarskiy dim "Papyrus". 248 p. [in Ukraine].
4. Van Buren, N. & et al. (2016). Towards a circular economy: the role of dutch logistics industries and governments. *Sustainability*. 647 p. URL: <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647>.
5. Rudenko, S.V. & Kovtun, T.A. (2020). Greening of logistics as a direction of realization of the concept of sustainable development. *Project and logistics management: new knowledge based on two methodologies*. Volume 3: monograph. Odessa. 7–24 [in Ukraine].
6. Mezhdunarodnyj standart ISO 14001:2004 (2004). Sistemy ehkologicheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu. 30 p. [in Russian].
7. Bukrinskaya, E.M. & Myasnikova, L.A. (2018). Logistics of interaction of participants of the waste management system. *Problems of modern economy*. 3 (67). 152–157 [in Russian].
8. Dzyubina, K.O. (2011). The place of the reverse material flow in the production and economic activities of the enterprise. *Bulletin of Dnipropetrovsk University (named after O. Honchar). Series: Economics*. 5 (4). Dnipropetrovsk, 163–171 [in Ukraine].
9. Bagiuli, F.(2002). Project Management. Moscow. FAIR-PRESS. 208 p. [in Russian].
10. Rach, V.A., Antonenko, S.V. & Turtle G.S. (2004). Features of interaction between the leader and the team at different stages of the project. *Project management and development of virobnitstva*, 1. 160–170 [in Russian].
11. The GPM®GlobalP5™Standard for Sustainability in Project Management. Ver. 1.5. GPM Global. <https://www.greenprojectmanagement.org/the-p5-standard>.
12. Onishchenko, S.P., Arabadzhi, E.S. (2016). Razrabotka instrumentov upravleniya vremenem v ramkakh planirovaniya realizacii programmy razvitiya predpriyatiya. *Tekhnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*. 2/3 (28). 7– 12 [in Russian].
13. Ahsan, K., & Gunawan, I. (2010). Analysis of cost and schedule performance of international development projects. *International Journal of Project Management*. 28 (1). 68–78.
14. Boldyireva, T.V., Kovtun, T.A. (2009). Metodicheskij podhod k initsializatsii parametrov produktov proekta transportnogo predpriyatiya. *Visnik Odeskogo natsionalnogo morskogo universitetu*. 22. 166–180. [in Russian].