

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРТФЕЛІВ ПРОЕКТІВ РЕАЛІЗАЦІЇ КОЛЕКТИВНИХ СТРАТЕГІЙ В МЕРЕЖАХ ОРГАНІЗАЦІЙ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, vorkutt@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Білоног О.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, bilonog.oksana@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Петунін А.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, petunin.andrew@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8072-6842

Третиниченко Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Харута В.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, kharuta_vitaliy@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8897-7558

Чечет А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, anet_chechet@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5912-0678

PROJECT PORTFOLIOS OPTIMISATION OF COLLECTIVE STRATEGIES IMPLEMENTATION IN SUPPLY CHAIN NETWORKS

Vorkut T.A., Dr.Sci.Tech., National Transport University, Kyiv, Ukraine, vorkutt@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Bilonoh O.Ye., Candidate of Technical Sciences, bilonog.oksana@gmail.com, National Transport University, Kyiv, Ukraine, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Petunin A.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, petunin.andrew@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8072-6842

Tretynychenko Yu.O., PhD, National Transport University, Kyiv, Ukraine, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Kharuta V.S., PhD, National Transport University, Kyiv, Ukraine, kharuta_vitaliy@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8897-7558

Chechet A.M., PhD, National Transport University, Kyiv, Ukraine, anet_chechet@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5912-0678

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ В СЕТЯХ ОРГАНИЗАЦИЙ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, vorkutt@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Білоног О.Е., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, bilonog.oksana@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Петунин А.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, petunin.andrew@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8072-6842

Третиниченко Ю.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Харута В.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, kharuta_vitaliy@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8897-7558

Чечет А.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, anet_chechet@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5912-0678

Постановка проблеми. На сьогодні науковці і практики в сфері управління проектами все більше уваги приділяють питанням управління портфелями в організаціях. Загального визнання набуває думка, що об'єднання проектів і програм в портфелі дозволяє отримувати нову якість управління ними, збільшувати загальний ефект від їх реалізації, а самі портфелі поступово перетворюються на дієвий механізм реалізації стратегій організаціями, незалежно від структурної будови останніх. На підвищення значущості управління портфелями в теорії і практиці управління проектами опосередковано вказує той факт, що, починаючи з 2006 р., РМІ виокремлює з РМВОК

Guide – як стандарту управління проектом, розвиває і доводить до відома фахівців із управління проектами стандарт управління портфелем.

Зауважимо, що на теперішній час РМІ запропонував чотири версії стандарту управління портфелем, які побачили світ відповідно в 2006 р. [9], 2008 р. [10], 2013 р. [11], а також у 2017 р. [12]. Як зазначалося в першій версії цього стандарту, управління проектами – це один із тих термінів, який має багато значень. Тривалий час він асоціювався виключно з проектами. Проте, приблизно двадцять років тому назад (тобто, в середині 1980-х – від авторів), ця ситуація почала зазнавати змін. На сьогодні стає зрозумілим, що управління проектами охоплює також управління портфелями і програмами, зосереджуючись на тезі «робити правильну роботу», на відміну від традиційної для управління проектами і програмами, – «робити роботу правильно» [9].

Сучасна наукова проблематика в управлінні портфелями в організаціях, в суттєвій мірі, пов'язана з розвитком методологічних підходів, із одного боку, стратегічного управління, а з іншого – управління проектами. При цьому за один із основних напрямів досліджень у сфері управління портфелями виступає управління портфелями як засобами реалізації організаційних стратегій. Визнаючи, виходячи з теоретичних засад стратегічного управління, зокрема, методологічних підходів наукової школи влади – субшколи макровлади – можливість і доцільність формування колективних стратегій в мережах різної конфігурації взаємодіючих організацій, можна зробити припущення, що портфельно-орієнтоване управління може бути ефективним інструментом реалізації стратегії не лише окремої організації, а й, за аналогією, колективної стратегії мережі організацій.

Таким чином, актуальним науковим завданням є вдосконалення і подальший розвиток методологічного забезпечення процесів управління портфелями в контексті запровадження портфельно-орієнтованого управління реалізацією колективних стратегій в мережах організацій ланцюгів постачань (далі – МОЛП) [4].

Огляд робіт. Очевидно, що за одні з основних понять, які застосовуються в стандартах управління портфелем, зокрема і РМІ, виступають поняття «портфель» і «управління портфелем». Порівнюючи визначення портфеля у версіях стандарту управління портфелем РМІ, можна дійти висновку, що в перших трьох версіях [9–11] портфель розглядається як такий, що може містити в собі тільки проекти, програми, а також інші роботи, які не увійшли до попередньо зазначених компонентів, – проектів і програм. Водночас, починаючи з кінця 2000 рр., у другій версії стандарту управління портфелем [10] та ряді інших стандартів РМІ починає вживатися поняття «портфель вищого рівня» (в оригіналі, англ. – highest level portfolio), який, крім проектів і програм, за визначенням може містити «портфелі відносно нижчого рівня» (в оригіналі, англ. – lower level portfolio). В цьому ж періоді фахова спільнота відмічає, що на практиці простежується тенденція, коли в будь-якому крупному портфелі спорадично, а іноді системно, виникають більш або менш стійкі групи проектів. Доти, доки ці групи проектів існують тільки для зручності управління, можна вести мову про «підрозділи» єдиного портфеля. Проте, як тільки-но починається виділення ресурсів окремо на групу і рейтингування проектів в межах такої групи, то тут вже йдеться про виокремлення портфеля відносно нижчого рівня в межах портфеля вищого рівня. До даних нових «утворень» можуть застосовуватися всі методи й інструменти традиційного управління портфелем [6]. Ці практики були враховані у визначенні портфеля в четвертій версії стандарту управління портфелем РМІ [12] через введення до компонентів портфеля підпортфелів (в деяких перекладах із англ. – субпортфелів).

Розвиваючи поняття «портфель» в четвертій версії стандарту управління портфелем, РМІ пов'язує виокремлення і існування портфеля з реалізацією певних стратегій і досягненням певних цілей організацій та бізнесових одиниць [12]. При цьому в портфелі співіснують як компоненти, які «ще тривають», так і нові. Вочевидь, наявність багатьох цілей, задач і стратегій призводить до того, що організація може мати, в загальному випадку, більше ніж один портфель. Нові ініціативи щодо проектів і програм включаються до існуючих або нових портфелів. На додачу, відносно більші портфелі можуть включати підпортфелі. При цьому, зазвичай, спостерігається ієрархічне структурування. Портфелі можуть бути зовнішніми або внутрішніми відносно організації, а також існувати на різних рівнях організації – організації в цілому, підрозділу, бізнес-одиниці або функції [12]. Останній підхід, наприклад, розглядається в роботі [5] в контексті реалізації портфельно-орієнтованого управління в організаціях, які здійснюють доставку вантажів автомобільним транспортом із використанням термінальної технології.

В даній роботі поняття «портфель» і «управління портфелем» вживаються в значенні, пропонованому в четвертій версії стандарту управління портфелем РМІ [12], якщо окремо не зазначено інше. При цьому порівняльний аналіз еволюції поняття «управління портфелем»,

представленого у версіях відповідного стандарту [9–12], дає підстави дійти висновку, що зміст даного поняття має тенденцію «рухатися» – від виокремлення «управління власне портфелем» до поєднання «управління власне портфелем» із контекстом використання останнього в організаційних структурах, для позначення якого (контексту) можна використати поняття «портфельно-орієнтоване управління».

Для даної роботи представляє інтерес зіставлення і порівняння бачення процесів управління портфелем, зокрема, групи процесів формування портфеля, за версіями стандарту управління портфелем РМІ [9–12]. Група процесів формування портфеля була виокремлена ще в першій версії стандарту управління портфелем РМІ [9]. Відповідно до цієї версії, процеси даної групи, в найбільшій мірі, реалізуються в періоді, коли організація переглядає свої стратегічні цілі, плани і бюджети, тобто, як правило, наприкінці фінансового року. Деякі організації мають цикли планування меншої тривалості. Крім того, потреба в даних процесах виникає за обставин різкої зміни в умовах ведення бізнесу [6]. До складу цієї групи процесів увійшли наступні процеси: ідентифікація компонентів, категоризація компонентів, оцінювання компонентів, відбір компонентів, пріоритизація (визначення ступеня пріоритетності) компонентів, балансування портфеля і авторизація (затвердження) компонентів портфеля [9].

У другій версії стандарту управління портфелем РМІ [10] група процесів формування зберегла свою попередню назву і вищенаведений перелік процесів. При цьому було зазначено, що в основу даних процесів покладається база знань із керівництва портфелем. Водночас, вищезазначений перелік процесів було доповнено наступними процесами: ідентифікація ризиків портфеля, аналіз ризиків портфеля, розроблення заходів із протидії ризикам. Передбачається, що дані процеси ґрунтуються на базі знань із управління ризиком портфеля [10].

В третій версії стандарту управління портфелем РМІ [11] група процесів формування визначена як така, що включає процеси, спрямовані на управління і оптимізацію щодо портфеля. Ця група визначає, яким чином компоненти портфеля будуть категоризуватися, оцінюватися, обиратися для включення, модифікації чи виключення, а також управлятися в портфелі [11]. В даній групі виокремлюються наступні процеси: управління стратегічними змінами, в основі якого база знань зі стратегічного управління портфелем; оптимізація портфеля, в складі цього процесу передбачаються дії, відповідні діям процесу балансування портфеля, який виокремлюється в попередній версії стандарту управління портфелем РМІ [10], а в основі цього процесу база знань із керівництва портфелем; управління пропозицією (постачаннями) і попитом; управління цінністю портфеля; інформаційне управління в портфелі, в основі цих трьох процесів – база знань із результативності управління портфелем; управління ризиками портфеля, в основу якого покладається база знань із управління ризиком.

Зауважимо, що третя версія стандарту управління портфелем РМІ [11] передбачає виокремлення нової, відносно двох попередніх версій, групи процесів – групи процесів визначення. Дана група включає такі процеси як: розвиток стратегічного плану портфеля, розвиток чартеру портфеля і визначення дорожньої карти портфеля, в основі яких база знань зі стратегічного управління портфелем; розвиток плану управління портфелем і визначення портфеля – в основі база знань із керівництва портфелем; розвиток плану комунікаційного управління в портфелі – в основі база знань із управління комунікацією в портфелі; розвиток плану управління ризиком портфеля – в основі база знань із управління ризиком. Як видно, група процесів визначення частково «перебрала» на себе процеси, які до цього, в попередніх версіях стандарту управління портфелем РМІ, розглядалися в групі процесів формування. Водночас, якщо пов'язувати групи процесів і їх складові з базами знань, то «традиційні» і за першою, і за другою версіями стандарту управління портфелем РМІ [9, 10] процеси формування портфеля розглядаються за базою знань із керівництва портфелем. Зокрема, це стосується ідентифікації, категоризації, оцінювання, відбору, пріоритизації і, як зазначено вище, балансування (оптимізації).

В четвертій версії стандарту управління портфелем РМІ [12] процеси управління портфелем можна розглядати за такі, що групуються відповідно до виокремлюваних в ній фаз життєвого циклу портфеля – ініціація, планування, виконання і оптимізація. При цьому процеси групи формування портфеля, за першою та другою версіями стандарту управління портфелем РМІ [9, 10] і додатково, частково, за групою процесів визначення портфеля, яка вводиться в третій версії [12], відповідають, головним чином, ініціації і плануванню. Зазначимо, що оптимізація (балансування) – в тлумаченні першої і другої із вищезгадуваних версій [9, 10] – має місце, за четвертою версією, не лише на власне фазі оптимізації, а й, в значній мірі, на фазі планування, зокрема на її початку [12].

В даній роботі процес формування портфеля розглядається за такий, що включає наступні підпроцеси, як такі, що реалізуються на фазах ініціації і планування портфеля: ідентифікація, категоризація, оцінювання, відбір, пріоритизація, оптимізація. Передбачається, що аналіз ризиків і управління ризиками є інтегрованими до вищезазначених підпроцесів. Наведені підпроцеси в умовах формування конкретних портфелів можуть бути реалізовані всі, або частково, в певному поєднанні.

За важливу задачу за процесом формування портфеля, у встановленому для даної роботи розумінні цього процесу, виступає задача оптимізації складу портфеля за фазами життєвого циклу останнього – на рівні ланцюга постачань і/або організацій, які є учасниками ланцюга постачань. В наукових та інших інформаційних джерелах для оптимізації складу портфеля пропонується використовувати ряд методологічних підходів. Це, насамперед, підходи, якими передбачається застосування методів і моделей надання рейтингу компонентам портфеля. Дані методи і моделі розглядаються за найбільш прийнятні з точки зору зручності і простоти у використанні. Зокрема, це скорингові моделі, оптимізація за якими передбачає отримання максимальної суми рейтингів компонентами в портфелі в межах виокремлюваного обсягу ресурсів. Разом із тим, для надання рейтингу можуть використовуватися не лише скорингові моделі. Наприклад, може бути використано метод парних порівнянь – як такий, що розглядається окремо або як складова методу аналізу ієрархій, якщо передбачається вибудовування ієрархій значущості щодо потенційних компонентів портфеля. Водночас, в умовах прийняття остаточного рішення щодо відбору компонента до портфеля, до уваги, на практиці, можуть прийматися ряд додаткових факторів. Із одного боку, – це такі фактори, які складно коректно формалізувати в рамках методів і моделей надання рейтингу. Як, наприклад, умови взаємозв'язку між компонентами на різних фазах життєвого циклу останніх, наявність обмежень за окремими видами ресурсів тощо. Із іншого боку, – це «політичні» фактори, зокрема, пов'язані з проблематикою макро- і мікрочинів в організаційних мережах і організаціях. Це призводить до того, що, на практиці, до портфеля компоненти вводяться незалежно від набутого ними рейтингу.

В загальному випадку, методи і моделі формування оптимального портфеля, або оптимізації портфеля, поділяють, залежно від кількості критеріїв, які беруться до уваги, за двома класами – однокритеріальні і багатокритеріальні. В роботі [7] наведено загальноприйнятну на сьогодні класифікацію однокритеріальних моделей формування оптимального портфеля – детерміновані, стохастичні і моделі з елементами невизначеності. В детермінованих моделях всі параметри портфеля і критерії його оптимальності вважаються наперед визначеними, і за ними рекомендується приймати рішення за наступною послідовністю кроків [2]: визначення критерію, за яким буде здійснюватися відбір компонентів до портфеля; оцінювання компонентів за обраним критерієм; варіанти із найкращими значеннями критерію рекомендуються до включення до портфеля. Найбільш поширеними серед детермінованих моделей є лінійні моделі, в яких цільова функція і обмеження є лінійними за керованими параметрами. Крім того, відомі нелінійні, динамічні і графічні моделі. В даних моделях передбачається використання апарату математичного програмування.

В стохастичних моделях деякі з параметрів мають випадковий характер, проте вважається, що їх ймовірнісні характеристики є відомими. В цьому випадку і результати, отримані за моделлю, мають ймовірнісний характер і повинні інтерпретуватися у відповідний спосіб. Даними моделями передбачається застосування апарату теорії ймовірностей та математичної статистики.

Водночас, на практиці, достатньо складно точно визначити межу між детермінованими і стохастичними моделями. За зручний прийом розглядають прийняття моделі за детерміновану, а відхилення результату досліджується із використанням методів аналізу чутливості або оцінок. Проте застосування даного прийому вважається виправданим, коли для випадкових величин мають місце незначні відхилення [6]. При цьому також має бути до уваги наявність загальновідомих недоліків, притаманних даним методам. Так, наприклад, метод аналізу чутливості передбачає ізольовану зміну кожного із параметрів за відповідною моделлю на певну встановлену однакову величину (як правило, відсоток). Проте, на практиці, здебільшого, має місце сумісна зміна окремих параметрів. Крім того, останні можуть бути залежними. Зміна різних параметрів на одну й ту саму величину також далеко не завжди є реалістичним припущенням [3].

Деякі параметри є випадковими, проте, водночас, їх ймовірнісні характеристики не є відомими, або невизначеність має нестохастичний характер, за якого не існує ніяких припущень щодо стохастичної стійкості. За цих обставин використовуються моделі з елементами невизначеності. Дані моделі вибудовуються з використанням теорії ігор й імітаційних моделей. Прийняття рішень в умовах невизначеності передбачає, що вибір остаточного рішення залишається за людиною. В моделях, які беруть до уваги умови невизначеності, як правило, розрізняють три типи невизначеності: невизначеність цілей, невизначеність наших знань щодо зовнішнього середовища і діючих в ньому

факторів, невизначеність активних або пасивних дій, які сприяють або протидіють. Наприклад, невизначеність цілей знаходить своє відображення при постановці задачі в умовах вибору окремих критеріїв. Два інші типи невизначеності впливають, головним чином, на побудову цільової функції, рівнянь обмежень і методу прийняття рішень [6].

За багатьох обставин однокритеріальні моделі не відображають багатоцільової сутності портфеля. Ігнорується потенційний ефект синергії за портфелем. Проте, за їх основну перевагу розглядається відносна простота.

При вирішенні задачі оптимізації портфеля як багатокритеріальної можуть використовуватися такі загальновідомі підходи до вирішення багатокритеріальних задач як визначення: одного (основного) критерію, із переведенням інших до рангу обмежень; пріоритетності (ієрархії) критеріїв, із подальшою послідовною оптимізацією щодо кожного з них; інтегрального критерію, на основі надання ваги кожному з локальних критеріїв.

Умови впровадження концепції формування портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП в цілому, або на рівні окремих складових, вимагають розроблення відповідного науково-методичного забезпечення із урахуванням бізнес-моделей, використовуваних в ланцюгах постачань, які розглядаються.

Наукова прогалина ідентифікується в частині браку моделей для оптимізації складу компонентів портфеля, які б дозволили оцінювати дані компоненти з єдиної системної позиції МОЛП за встановленими, в загальному випадку, багатьма критеріями з урахуванням можливості представлення зазначених критеріїв як випадкових величин.

Мета статті. Розробити математичну модель визначення оптимального складу портфелів – як засобів реалізації, на єдиній системній основі, колективних стратегій в МОЛП – за вимогами досягнення цільових значень обраних критеріїв результативності і економічності роботи ланцюгів постачань як цілісних об'єктів, враховуючи можливості представлення зазначених критеріїв як випадкових величин. Дана модель описується в роботі за умовами оптимізації портфеля реалізації логістичної стратегії, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань (далі – ДЗЛП).

Об'єкт дослідження. Процес формування портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП.

Предмет дослідження. Методи і моделі оптимізації портфелів реалізації стратегій в організаціях і організаційних мережах.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, залежно від постановки задачі логістичного управління, можуть бути сформовані різні підходи до виокремлення видів функціональних циклів в сфері логістики. В теорії і практиці логістичного управління має місце виокремлення даних циклів за трьома основними функціональними областями логістики – постачання (закупівлі), виробництво і фізичний розподіл (збут) [1]. При логістичному забезпеченні виробництва відповідний цикл переважно повністю контролюється однією організацією – організацією виробника. Водночас, до логістичних циклів за закупівлями або фізичним розподілом (збутом) можуть бути дотичні як організації постачальників (сфера виробництва, оптової торгівлі тощо) і організації проміжних та кінцевих споживачів (сфера оптової торгівлі, роздрібною торгівлі тощо), так і організації логістичних провайдерів, які залучаються зовні, – як такі, що забезпечують логістичний процес в цілому або його окремі підпроцеси. При впровадженні концепції управління ланцюгами постачань на весь ланцюг постачань – від вихідного виробника (постачальника) до кінцевого споживача – функціональний цикл може «розширитися». Тобто, розглядатися як єдиний – такий, що охоплює всі наведені функціональні області логістики, передбачаючи при цьому можливість розвитку партнерських відносин між учасниками ланцюга постачань. В даній роботі розглядається процес доставки замовлень в ланцюзі постачань – від організації, яка виробляє, до організацій роздрібною торгівлі включно. Відповідно, в якості портфеля, який потребує оптимізації складу компонентів, виступає портфель скорочення часу доставки замовлень за логістичним циклом фізичного розподілу ланцюга постачань. Далі, в роботі, даний портфель ототожнюється з портфелем МОЛП.

Грунтуючись на представленні процесу доставки замовлень як такого, що складається з певного переліку певної послідовності n підпроцесів, час виконання кожного з яких розглядається як випадкова величина, T_n , $n=1, N$, яка характеризується математичним сподіванням, m_{t_n} , і середнім квадратичним відхиленням (або дисперсією), $\sigma_{t_n}(D_{t_n})$, $n=1, N$, рис. 1, а також, припускаючи, в першому наближенні, що величини часу виконання підпроцесів не є такими, що корелюють між собою, можна записати, беручи до уваги теорему для доданків математичних сподівань, що математичне сподівання часу доставки замовлень дорівнює:

$$M \left[\sum_{n=1}^N T_n \right] = \sum_{n=1}^N M[T_n], \quad (1)$$

а дисперсія часу доставки замовлень дорівнює:

$$D \left[\sum_{n=1}^N T_n \right] = \sum_{n=1}^N D[T_n], \quad (2)$$

де N – кількість підпроцесів, які виокремлюються в складі процесу доставки замовлень в ланцюзі постачань.

Якщо виходити з припущення про нормальний закон розподілу величин часу виконання окремих підпроцесів, які складають загальний процес ДЗЛП, то стосовно кожного підпроцесу можна очікувати, що, враховуючи параметри нормального закону розподілу – математичне сподівання (m_{t_n}) і середнє квадратичне відхилення (σ_{t_n}), розкид випадкової величини часу виконання кожного з цих підпроцесів, T_n , $n=\overline{1, N}$, в основному (з ймовірністю 99,73%), укладається на відрізку $m_{t_n} \pm 3\sigma_{t_n}$, $n=\overline{1, N}$.

За наступний, другий, критерій оцінювання компонентів розглядуваного портфеля скорочення часу ДЗЛП пропонується критерій приведених сумарних витрат, який визначається за виразом виду:

$$c = \sum_{t_e=1}^{T_e} \frac{c_{t_e}}{(1+k)^{t_e}}, \quad (3)$$

де $c_{t_e} = c_{k_{t_e}} + c_{k_{пe}}$ – сумарні витрати за компонентом (проектом) в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$;

$c_{k_{t_e}}$ – капітальні витрати за компонентом (проектом) в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$

$c_{пt_e}$ – поточні витрати за компонентом (проектом) в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$;

k – вартість капіталу за компонентом (проектом);

T_e – кількість часових періодів, які складають економічний термін життя компоненту (проекту).

В умовах, коли беремо до уваги, що вартість капіталу за компонентом (проектом) може зазнавати змін у часових періодах, виокремлюваних за економічним терміном життя останнього, вираз (3) набуде наступного вигляду:

$$c = \sum_{t_e=1}^{T_e} \frac{c_{t_e}}{t_e \prod_{j=1}^{t_e} (1+k_j)}, \quad (4)$$

де k_j – вартість капіталу за компонентом (проектом) в часовому періоді j , $j=\overline{1, t_e}$.

Детальний порівняльний аналіз підходів, а також методів, які отримали розвиток в їх складі, до визначення вартості капіталу за компонентами портфеля виходить за межі даної роботи. Водночас, концептуально, будь-який підхід до визначення вартості капіталу представляє її, в загальному випадку, як таку, що ґрунтується на ставці доходності, яка вимагається інвесторами. Дана ставка, в свою чергу, може бути представлена як така, що складається з суми трьох доданків, а саме: безризикової ставки доходності, k_f ; надбавки, тобто, компенсації, за прийняття ризику, k_r ; темпів інфляції, k_{inf} :

$$k = k_f + k_r + k_{inf}. \quad (5)$$

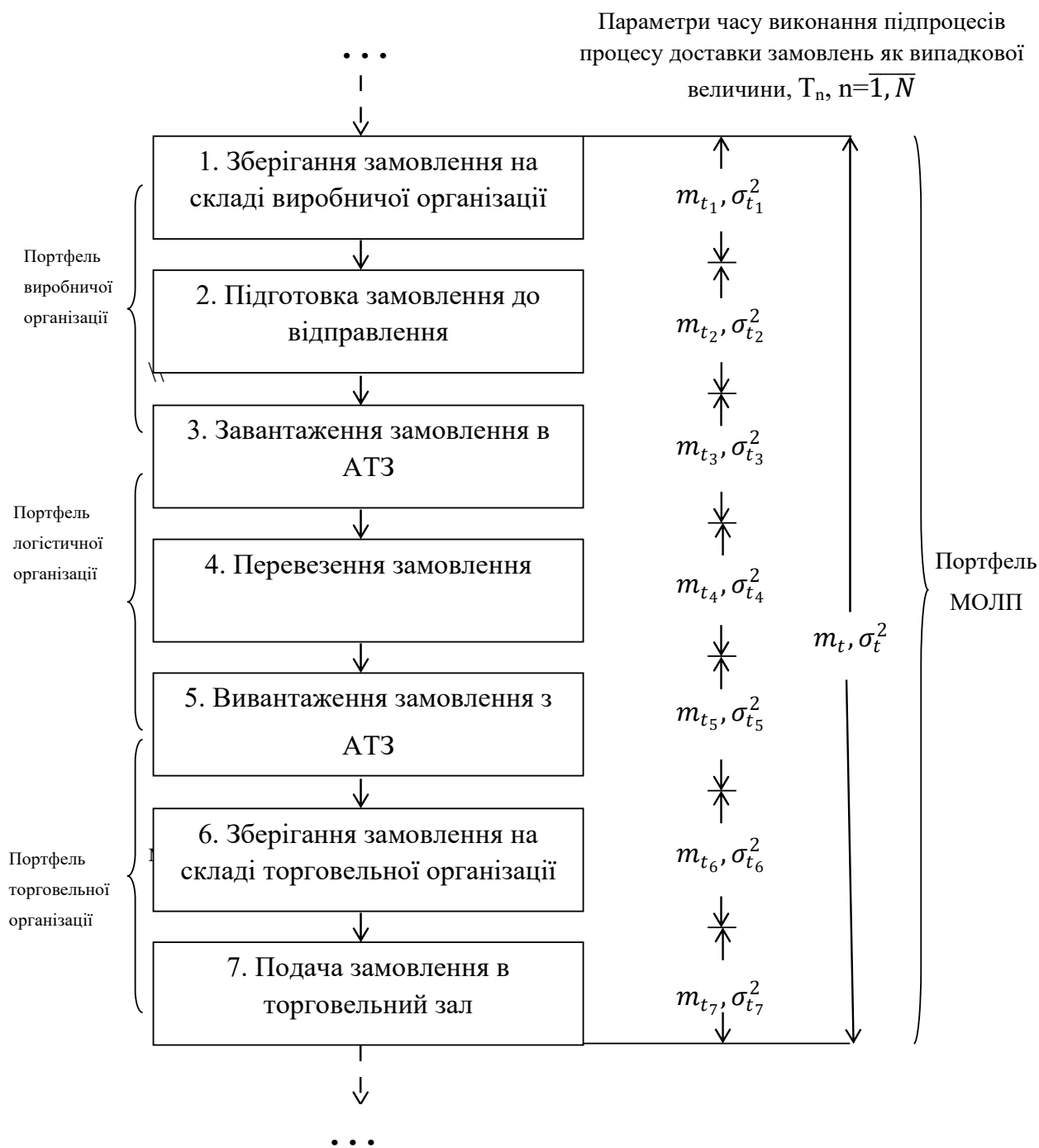


Рисунок 1 – Умови формування портфеля скорочення часу ДЗЛП
Figure 1 – Conditions for the formation of a portfolio of time reduction of order delivery of supply chain

При застосуванні критерію приведених сумарних витрат слід брати до уваги наступне. Збільшення ризику за компонентом портфеля зумовлює збільшення вартості капіталу (як ставки дисконту), за якою сумарні витрати за даним компонентом приводяться до співставимого в часі вигляду. Очевидно, що це призведе до некоректної оцінки пріоритетності проектів за критерієм приведених сумарних витрат на користь компонентів із збільшенням ступеня ризику. Для того, щоб більш ризиковані компоненти портфеля приводились відносно вищою, із урахуванням додаткового ризику, ставкою дисконту, можна застосовувати методи коригувань, зокрема, методи скоригованих на ризик ставок дисконту і еквівалента визначеності, як методи, які передбачають інтеграцію ризику до методів оцінювання ефективності компонентів портфеля [3].

Розглядаючи задачу оптимізації портфеля скорочення часу ДЗЛП, як задачу визначення оптимальної сукупності компонентів даного портфеля, за багатокритеріальну, звернемо до такого

підходу у вирішенні багатокритеріальних задач, яким передбачається визначення одного (основного) критерію, із переведенням інших до рангу обмежень. За даним підходом, виходячи з постановки задачі оптимізації портфеля, може бути використано метод цілочисельного програмування. Вибудовуючи модель оптимізації портфеля з використанням методу цілочисельного програмування, маємо взяти до уваги, що цільова функція, як і обмеження, повинні враховувати умови взаємозалежності проектів, які виступають за компоненти портфеля.

В контексті даної роботи, вигоди не розглядаються за такі, що можуть бути представлені в грошовому вимірюванні. За вигоди виступає рівень скорочення часу ДЗЛП, T'_m , який досягається за умов реалізації m -го, $m \in \overline{1, M}$, проекту. Відповідно, проекти можна вважати за незалежні, коли

$\sum_{m=1}^M T'_m$ і $\sum_{m=1}^M c_m$, які вони забезпечують, де c_m – приведені сумарні витрати, пов'язані з реалізацією m -го, $m \in \overline{1, M}$, проекту, дорівнює T'_p і c_p за портфелем проектів, в єдиних межах якого (портфеля) дані проекти, як компоненти, можуть бути реалізовані. T'_p – рівень скорочення часу ДЗЛП, який досягається за портфелем; c_p – приведені сумарні витрати, пов'язані з реалізацією портфеля.

Відповідно, проекти можна вважати за залежні, коли $\sum_{m=1}^M T'_m$ і/або $\sum_{m=1}^M c_m$, відрізняється від T'_p і c_p , які

визначаються за портфелем.

Залежні проекти, в свою чергу, можуть бути поділені на такі, які взаємодіють на умовах заміщення або доповнення. Проекти розглядаються за такі, які взаємодіють на умовах заміщення,

коли їх $\sum_{m=1}^M T'_m$ є більшою і/або $\sum_{m=1}^M c_m$ є меншою порівняно до відповідних T'_p і c_p за портфелем.

Вважається, що проекти взаємодіють на умовах доповнення, якщо $\sum_{m=1}^M T'_m$ є меншою і/або $\sum_{m=1}^M c_m$

є більшою порівняно до відповідних T'_p і c_p , які визначають за портфелем. Тобто, при взаємодії проектів на умовах заміщення має місце від'ємний ефект синергії, а на умовах доповнення – додатний.

Залежність між проектами не обов'язково виходить із єдності часу та місця їх реалізації і експлуатації в подальшому. Передбачається, перш за все, що залежні проекти існують на той момент, коли має місце більша частина рівня скорочення часу ДЗЛП і пов'язаних, із забезпеченням цього рівня скорочення, приведених сумарних витрат.

При визначенні рівня скорочення часу ДЗЛП за відповідними компонентами слід виходити із того, що представлена на рис. 1 схема процесу доставки замовлень не є єдино прийнятною. Вона, зокрема, може, в межах певного компонента портфеля, зазнавати змін – в частині виведення одних підпроцесів, введення інших підпроцесів, об'єднання окремих підпроцесів тощо. При цьому, відносно наведених підпроцесів, рис. 1, може мати місце подальша деталізація або, навпаки, укрупнення. Наприклад, за умовами здійснення перевезень замовлень на розвізних маршрутах, можна розглядати підпроцес перевезення як такий, що складається із n_z послідовних підпроцесів перевезень замовлень, де n_z – кількість пунктів завезення замовлень на маршруті. Очевидно, що скорочення часу ДЗЛП може мати місце при зменшенні величини n_z . Це, як можна очікувати, матиме свою «вартість». Так як при цьому зростуть поточні і, можливо, капітальні – через збільшення необхідної кількості автотранспортних засобів (АТЗ) – витрати на перевезення в перерахунку на одиницю «продукту» ланцюга постачань. Тобто, маємо виокремлення в загальному підпроцесі перевезень ще підпроцесів перевезень до окремих пунктів, із подальшим «виключенням» тих із них, які здійснюються до певної кількості «останніх» пунктів завезення замовлень на маршруті. «Виключатися» із загального процесу доставки замовлень можуть також підпроцеси, ідентифіковані за такі, що не додають цінності (вартості) продукту, який переміщується у відповідному ланцюзі постачань. Деякі виокремлювані підпроцеси можуть накладатися один на одний – в розумінні, якщо існують передумови до їх сумісного виконання. Дану ситуацію можна проілюструвати прикладом можливості виокремлення із підпроцесів підготовки замовлення до відправлення і/або завантаження замовлення в АТЗ, рис. 1, підпроцесу оформлення документів на відправлення замовлення. За результатами порівняння параметрів випадкової величини часу виконання зазначених підпроцесів, за

наявності передумов до їх сумісного виконання, деякі з цих підпроцесів можуть також «виключатися» при розгляді загального процесу ДЗЛП.

За вищерозглянутих умов і прикладів, які їх ілюструють, рівень скорочення часу ДЗЛП, як випадкова величина, за окремими компонентами чи портфелем в цілому дорівнюватиме сумі випадкових величин часу виконання окремих підпроцесів, виведення яких із загального процесу ДЗЛП передбачається. Водночас, може зазнати зміни лише один параметр випадкової величини часу ДЗЛП – дисперсія. Зокрема, це має місце в умовах вдосконалення процесу ДЗЛП.

В загальному випадку, за випадкову величину в задачі оптимізації портфеля скорочення часу ДЗЛП може розглядатися не лише величина даного скорочення, а й приведені витрати, з якими пов'язано останнє. Модель для визначення приведених сумарних витрат, як випадкової величини, побудована із застосуванням методу статистичних випробувань, зокрема, наведена в роботі [4].

Розглянемо умови оптимізації портфеля, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу ДЗЛП, в припущенні, що дане скорочення за кожним компонентом є випадковою величиною, ймовірнісні характеристики якої є відомими. Водночас, відповідні приведені сумарні витрати розглядаються як детермінована величина. Таким чином, умови оптимізації портфеля, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу ДЗЛП, можуть бути описані з використанням методу цілочисельного стохастичного програмування, за p_i -м, $i = \overline{1, I}$, потенційно можливим варіантом портфеля скорочення часу ДЗЛП, наступним чином:

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} T'_{m_i} x_{m_i} \rightarrow \max, i = \overline{1, I}, \quad (6)$$

за дії обмежень:

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} \sum_{t_e=1}^{T_e} \frac{c_{m_i t_e}}{\prod_{j=1}^{t_e} (1 + k_{m_i j})} x_{m_i} \leq c_p, i = \overline{1, I}, \quad (7)$$

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} T'_{m_i} x_{m_i} \geq T_{Д гр P}, i = \overline{1, I}, \quad (8)$$

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} c_{к_{m_i t_e}} \leq c_{к_{t_e p}}, t_e = \overline{1, T_e}, i = \overline{1, I}, \quad (9)$$

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} c_{п_{m_i t_e}} \leq c_{п_{t_e p}}, t_e = \overline{1, T_e}, i = \overline{1, I}, \quad (10)$$

$$x_{m_i} = 0, 1, m_i = \overline{1, M_i}, i = \overline{1, I}, \quad (11)$$

де T'_{m_i} – випадкова величина рівня скорочення часу ДЗЛП, який досягається за умов реалізації m_i -го компонента p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$;

$c_{m_i t_e} = c_{к_{m_i t_e}} + c_{п_{m_i t_e}}$ – сумарні витрати за m_i -м компонентом p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$;

$c_{к_{m_i t_e}}$ – капітальні витрати за m_i -м компонентом p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$;

$c_{п_{m_i t_e}}$ – поточні витрати за m_i -м компонентом p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді t_e , $t_e = \overline{1, T_e}$, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$;

c_p – граничне максимальне значення приведених сумарних витрат, яке може мати місце за умов реалізації портфеля скорочення часу ДЗЛП;

$C_{ктер}$ – граничне максимальне значення капітальних витрат, яке може мати місце за умов реалізації портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді $t_e, t_e = \overline{1, T_e}$;
 $C_{птер}$ – граничне максимальне значення поточних витрат, яке може мати місце за умов реалізації портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді $t_e, t_e = \overline{1, T_e}$;
 $k_{m_i j}$ – вартість капіталу за m_i -м компонентом p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП в часовому періоді $j, j = \overline{1, t_e}, t_e = \overline{1, T_e}, m_i = \overline{1, M_i}, i = \overline{1, I}$;
 $T_e = \max(T_{e_{m_i}})$ – економічний термін життя, який приймається за компонентами p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП, $m_i = \overline{1, M_i}, i = \overline{1, I}$;
 $T_{e_{m_i}}$ – економічний термін життя m_i -го компонента p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП, $m_i = \overline{1, M_i}, i = \overline{1, I}$;
 $T'_{дрр}$ – граничне мінімальне значення рівня скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань, яке має бути досягнуто за умов реалізації портфеля скорочення часу ДЗЛП;
 M_i – кількість компонентів в p_i -му варіанті портфеля скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань, $i = \overline{1, I}$.
 I – кількість потенційно можливих варіантів портфеля скорочення часу ДЗЛП.

Представлені обмеження можуть діяти як в повному обсязі, так і стосовно окремих складових. Окремо також можуть розглядатися й обмеження щодо інших ресурсів – трудових, матеріальних (провізні спроможності, спроможності до навантаження і/або розвантаження та інші), фінансових тощо.

Потенційно можливі варіанти портфеля скорочення часу ДЗЛП формуються, виходячи з умов залежності пропонованих компонентів, – як незалежні або залежні – за умовами доповнення чи заміщення. При цьому умови залежності компонентів на засадах заміщення і доповнення можуть бути враховані через формування нових інтегрованих компонентів, до складу яких входять залежні проекти. Крім того, при побудові варіантів портфеля слід брати до уваги, що компоненти можуть бути взаємовиключаючими. Таким чином, варіанти портфеля, гіпотетично, в загальному випадку, не будуть однорідними – ні за кількістю компонентів, які вони містять, ні за змістом останніх. Після опрацювання всіх потенційно можливих варіантів портфеля обирається оптимальний – як максимальне, в даному випадку, значення з елементів вектору $\mathbf{p}=(p_1, \dots, p_i, \dots, p_I)$.

Зазначимо також, що нові інтегровані компоненти портфелів, до складу яких входять залежні проекти, потребують уточнення вартості капіталу, за якою здійснюється дисконтування, в частині складової ризику. При цьому має бути врахований не лише ризик окремих проектів, а й елементи структурного і глобального ризиків.

Очевидно, що може мати місце й відмінна до тієї, яку описує варіант моделі цілочисельного стохастичного програмування, представлений виразами (6) – (11), постановка задачі. Відповідно до неї до цільової функції вводяться приведені сумарні витрати, які потребують мінімізації за умовами оптимізації портфеля. Вимоги до рівня скорочення часу виконання процесу ДЗЛП, або окремих підпроцесів даного процесу, мають місце лише в ранзі обмежень, і, як можна очікувати, встановлюються, наприклад, у відносинах типу В2В, вимогами, які заявляє замовник продукту (послуги), і/або за даними роботи ланцюгів постачань основних конкурентів.

Таким чином, за такої постановки задачі, умови оптимізації портфеля, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу ДЗЛП, можуть бути описані наступною цільовою функцією:

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} \sum_{t_e=1}^{T_e} \frac{C_{m_i t_e}}{t_e} x_{m_i} \rightarrow \min, \quad i = \overline{1, I}, \quad (12)$$

$$\prod_{j=1}^{t_e} (1 + k_{m_i j})$$

за дії обмежень, які описуються виразами (7) – (11).

Можна припустити, що версія моделі оптимізації портфеля скорочення часу ДЗЛП, яку описують вирази (7) – (11), (12), в більшій мірі, відповідає умовам, коли досягнення потенційно якомога меншого значення критерію часу доставки замовлень не включається до стратегічних цілей як конкурентна перевага ланцюга постачань.

Проте, умови встановлення, у пропонуваніх двох версіях моделі цілочисельного стохастичного програмування оптимізації портфеля скорочення часу ДЗЛП, граничних значень цього скорочення за портфелем і максимальних обсягів ресурсів, доступних за портфелем, суттєво не обмежують контекст використання пропонуваніх версій даної моделі.

Вищерозглянутим версіям моделі формування портфеля скорочення часу ДЗЛП відповідає, в загальному випадку, припущення про критерій рівня скорочення даного часу, T'_{m_i} , $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$, за компонентами портфеля як про випадкову величину. В наукових дослідженнях, зокрема, в сфері транспортних процесів і систем, визнається випадковий характер тривалості часу виконання процесу доставки замовлень і підпроцесів, які його складають. Дані версії моделі, в принципі, також можуть використовуватися у випадку, коли за випадкову величину розглядається і критерій приведених сумарних витрат за m_i -м, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$, компонентом портфеля.

Наведені версії моделі можуть застосовуватися і за умов, коли вищезгадувані критерії розглядаються як детерміновані величини, ще можна інтерпретувати як частковий випадок. В цьому, частковому, випадку модель, представлена в двох версіях, які описуються рівняннями (6), (12) і (7) – (11), як можна очікувати, може забезпечувати коректний результат, якщо розсіювання випадкової величини часу на ДЗЛП не розглядається як значуще. Те саме можна зауважити і щодо приведених сумарних витрат. Очевидно, що в цьому випадку передбачається застосування методу цілочисельного програмування. Розгляд критеріїв як детермінованих величин розширює можливості до застосування пропонуваної моделі на практиці через спрощення процедури отримання вихідних даних.

Як відомо, стохастичне програмування є орієнтованим на вирішення задач, в яких всі, або окремі, параметри представляють як випадкові величини. Як вказувалось вище, для дослідження впливу змін окремих параметрів моделі на оптимальне рішення можна скористатися аналізом чутливості. Проте, як зазначається в роботі [8], результати такого аналізу носять лише частковий характер, особливо якщо параметри доцільно розглядати як випадкові величини. Мета застосування стохастичного програмування, в тому числі і цілочисельного, полягає в тому, щоб в явному вигляді врахувати ефект невизначеності (ризик) при розв'язанні оптимізаційних задач.

За основу при побудові всіх моделей стохастичного програмування, як відомо, слугує трансформація вихідної задачі у ймовірнісній постановці в еквівалентну задачу, яка має детерміновану структуру. Відомі ряд моделей, і розроблені на їх основі методи, для різних варіантів постановки задачі стохастичного програмування. Використовуючи метод, який отримав назву програмування із ймовірнісними обмеженнями, можна розвинути версію моделі, представлену виразами цільової функції (12) і обмежень (7) – (11). В загальному вигляді, дана версія моделі, як модель із ймовірнісними обмеженнями, може бути описана наступним чином:

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} \sum_{t_e=1}^{T_e} \frac{c_{m_i t_e}}{t_e} x_{m_i} \rightarrow \min, \quad i = \overline{1, I}, \quad (13)$$

$$\prod_{j=1}^{M_i} (1 + k_{m_i j})$$

за дії нижчезазначених обмежень:

$$P \left\{ \sum_{m_i=1}^{M_i} t'_{m_i} x_{m_i} \geq t'_{\text{ДЗЛП}}, \right\} \geq \alpha, \quad i = \overline{1, I}, \quad (14)$$

$$x_{m_i} = 0, 1, \quad m_i = \overline{1, M_i}, \quad i = \overline{1, I}, \quad (15)$$

$$0 < \alpha_i < 1, \quad i = \overline{1, I}, \quad (16)$$

де $P \left\{ \sum_{m_i=1}^{M_i} t'_{m_i} x_{m_i} \geq t'_{\text{ДЗЛП}}, \right\}$ ймовірність виконання обмеження на рівень скорочення часу ДЗЛП

виду $\sum_{m_i=1}^{M_i} t'_{m_i} x_{m_i} \geq t'_{\text{ДЗЛП}}, \quad i = \overline{1, I};$

α – заданий рівень ймовірності виконання обмеження виду

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} t'_{m_i} x_{m_i} \geq t'_{\text{дгрр}}, i = \overline{1, I},$$

t'_{m_i} – рівень скорочення часу ДЗЛП, який досягається за умов реалізації m_i -го компонента p_i -го варіанта портфеля скорочення часу ДЗЛП, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$.

Можливим є також введення обмежень на капітальні і поточні витрати, а також окремі ресурсні складові тощо.

Якщо приведені сумарні витрати розглядаються як випадкова величина, то в даній постановці задачі передбачається використання її математичного сподівання [9]. До речі, аналогічними міркуваннями можна послуговуватись, якщо за цільову функцію виступає вираз (6), тобто, має місце застосування першої версії моделі.

Аналіз досліджень, присвячених процесам і системам транспортного обслуговування, розглядуваних в складі процесів і систем логістичного обслуговування, показує, що, за багатьох бізнесових ситуацій, час виконання замовлень на доставку описується нормальним законом розподілу. Відповідно, щодо кожного m_i -го, $m_i = \overline{1, M_i}$, компонента за $i - m$, $i = \overline{1, I}$ варіантом портфеля будемо мати зміну в значенні часу на доставку замовлень в ланцюзі постачань, величина якої характеризується математичним сподіванням $m_{t_{m_i}}$ і середнім квадратичним відхиленням $\sigma_{t_{m_i}}$, $m_i = \overline{1, M_i}$, $i = \overline{1, I}$.

Задача в наведеній постановці, рівняння (13) – (16), приводиться до виду, за яким можуть бути використані методи сепарабельного програмування [9].

Метод цілочисельного програмування може бути застосовано і у випадку, коли виокремлювані підпроцеси в процесі доставки замовлень у ланцюзі постачань щодо часу виконання цих підпроцесів, за термінологією концепції Демінга-Шухарта, є стабілізованими. А компоненти портфеля спрямовуються виключно на вдосконалення процесу доставки замовлень в ланцюзі постачань щодо часу виконання останнього, тобто зниження мінливості, пов'язаної з випадковими причинами:

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} \Delta D_{t_{m_i}} x_{m_i} \rightarrow \max, i = \overline{1, I}, \quad (17)$$

за дії обмеження

$$\sum_{m_i=1}^{M_i} \Delta D_{t_{m_i}} \geq \Delta D_{t_{\text{дгрр}}}, i = \overline{1, I}, \quad (18)$$

а також обмежень, представлених виразами (7) – (11),

де $\Delta D_{t_{m_i}}$ – рівень зменшення дисперсії часу виконання процесу ДЗЛП, який досягається за умов реалізації m_i -го, $m_i = \overline{1, M_i}$, компонента за $p_i - m$, $i = \overline{1, I}$, варіантом портфеля скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань;

$\Delta D_{t_{\text{дгрр}}}$ – граничне мінімальне значення зменшення дисперсії часу виконання процесу ДЗЛП, яке має бути досягнуто за портфелем скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань.

В моделі, якій відповідає цільова функція, представлена виразом (17), ми окремо розглядаємо дисперсію часу доставки замовлень у ланцюзі постачань. Тобто, припускаємо, що величина часу доставки замовлень у ланцюзі постачань є випадковою. Водночас, за використовуваним математичним апаратом, дана модель є детермінованою. Розглядаються лише ті компоненти, які пов'язані із вдосконаленням, тобто зі зменшенням мінливості (варіативності) у тривалості часу ДЗЛП. За даних обставин може бути використано метод цілочисельного програмування.

При оптимізації складу портфеля за моделлю у двох представлених версіях – рівняння (6) та (12) для цільових функцій і рівняння (7) – (11) для обмежень, слід виходити із того, що оптимізації потребує кожен, як зазначалося вище, потенційно можливий варіант портфеля p_i , $i = \overline{1, I}$. В подальшому, як очевидно, оптимізовані варіанти співставляються і обирається варіант, який

забезпечує максимальне, або мінімальне, – залежно від обраної версії моделі – значення цільової функції відносно інших варіантів. Аналогічними міркуваннями можна послуговуватись і при використанні моделі, представленій виразом (17) для цільової функції і виразами (7) – (11) і (18) для обмежень.

На основі представленної моделі можуть бути визначені абсолютні величини скорочення часу ДЗЛП, які досягаються за $p_i - m$, $i = \overline{1, I}$, портфелем, і відповідних приведених сумарних витрат, які пов'язані із забезпеченням даного скорочення. Очевидно, що приведені сумарні витрати забезпечення певного рівня скорочення часу ДЗЛП, в перерахунку на одиницю такого скорочення, в різних портфелях, в загальному випадку, будуть різнитися. Даний показник фактично можна розглядати за різновид показника ефективності витрат, який визначено за підходом постійних витрат. Він може використовуватися за критерій при виборі кращого, із оптимізованих за цільовими функціями (6), (12) та (17) і відповідними останнім обмеженнями, варіанта портфеля. Тобто, слугувати за альтернативу чи доповнення при виборі $p_i - m$, $i = \overline{1, I}$, варіанта портфеля – як максимального (критерій скорочення часу ДЗЛП і зменшення дисперсії часу ДЗЛП) або мінімального (критерій приведених сумарних витрат) значення з елементів вектору \mathbf{p} .

Достовірність моделі підтверджується її апробацією в 2018-2020 рр. за сімома різновидами ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування, в роботі в яких були задіяні підприємства ТОВ «ФРОЗЕН ФРУТ», ТОВ «Гандікап», ТОВ «АЙФТ Україна», ТОВ «Гросхандель», ТОВ «Ольгопільське АТП» та ПП «Український продукт».

Висновок. В рамках концепції формування на єдиній системній основі портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП розроблено математичну модель визначення оптимального складу портфелів за вимогами досягнення цільових значень обраних критеріїв результативності і економічності роботи ланцюгів постачань як цілісних об'єктів, враховуючи можливість представлення зазначених критеріїв як випадкових величин. Дана модель описана в роботі за умовами оптимізації портфеля реалізації логістичної стратегії, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу ДЗЛП. Напрямом для подальших досліджень є вдосконалення механізму запровадження портфелів реалізації колективних стратегій в мережах організацій ланцюгів постачань.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. / пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера. Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. 640 с.
2. Блех Ю., Гетце У. Инвестиционные расчеты. Калининград: Янтарный сказ, 1997. 332 с.
3. Воркут Т. А. Проектний аналіз: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямом «Транспортні технології». Київ: Український центр духовної культури, 2000. 440 с.
4. Воркут Т. А. Управління портфелями реалізації логістичних стратегій в мережах організацій ланцюгів постачань. Монографія / Т.А. Воркут, І.І. Галак, А.В. Петунін, В.С. Харута. – Київ: Міленіум, 2020. – 195 с.
5. Грищук А. О., Срібна Н. В., Третиниченко Ю. О. Вдосконалення методологічних підходів до формування портфелів проектів і програм в підприємствах транспорту. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Частина 1. Серія «Технічні науки», №20, 2017 р.
6. Илларионов А. В., Клименко Э. Ю. Портфель проектов: Инструмент стратегического управления предприятием. Москва : Альпина Паблишер, 2013. 312 с.
7. Матвеев А. А., Новиков Д. А., Цветков А. В. Модели и методы управления портфелями проектов. Москва : ПМСОФТ, 2005. 206 с.
8. Таха Х. Введение в исследование операций. 6-е изд. / пер. с англ. В. И. Тюпти, А. А. Минько. Москва : ИД «Вильямс», 2001, 912 с.
9. Project Management Institute, Standard for Portfolio Management – First Edition, Project Management Institute Inc, 2006, 79 p.
10. Project Management Institute, Standard for Portfolio Management – Second Edition, Project Management Institute Inc, 2008, 146 p.
11. Project Management Institute, Standard for Portfolio Management – Third Edition, Project Management Institute Inc, 2013, 121 p.

12. Project Management Institute, Standard for Portfolio Management – Fourth Edition, Project Management Institute Inc, 2017, 140 p.

REFERENCES

- [1] Bauersoks D. Dzh., Kloss D. Dzh. Logistika: integrirovannaya tsep postavok. Moskva : ZAO «Olimp-Biznes», 2008. 640 s. (Eng)
- [2] Blekh Yu., Getse U. Investitsionnyye raschety. Kalinigrad: Yantarnyy skaz, 1997, 332 s. (Rus)
- [3] Vorkut T. A. Proektnyi analiz: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv, shcho navchaiutsia za napriamom «Transportni tekhnolohii». Kyiv: Ukrainskyi tsentr dukhovnoi kultury, 2000, 440 s. (Ukr)
- [4] Vorkut T. A., Halak I. I., Petunin A. V., Kharuta V. S. Upravlinnia portfeliamy realizatsii lohistrychnykh stratehii v merezhakh orhanizatsii lantsiuhiv postachan. Monohrafiia. Kyiv. Milenium, 2020, 195 s. (Ukr)
- [5] Hryshchuk A. O., Sribna N. V., Tretynychenko Yu. O. Vdoskonalennia metodolohichnykh pidkhodiv do formuvannia portfeliiv proektiv i prohram v pidpriemstvakh transportu. Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka. Chastyna 1. Seriia «Tekhnichni nauky», №20, 2017. (Ukr)
- [6] Illarionov A. V., Klimenko E. Yu. Portfel proektov: Instrument strategicheskogo upravleniya predpriatiem. Moskva : Alpina Pablisher. 2013. 312 s. (Rus)
- [7] Matveyev A. A., Novikov D. A., Tsvetkov A. V. Modeli i metody upravleniya portfelyami proektov. Moskva : PMSOFT, 2005. 206 s. (Rus)
- [8] Taha H. Vvedeniye v issledovaniye operatsiy. Moskva : ID «Vilyams», 2001, 912 s. (Rus)
- [9] Project Management Institute, Standard for Portfolio Management. First Edition. Project Management Institute Inc. 2006. 79 p. (Eng)
- [10] Project Management Institute, Standard for Portfolio Management. Second Edition. Project Management Institute Inc. 2008. 146 p. (Eng)
- [11] Project Management Institute, Standard for Portfolio Management. Third Edition. Project Management Institute Inc. 2013. 121 p. (Eng)
- [12] Project Management Institute, Standard for Portfolio Management. Fourth Edition. Project Management Institute Inc. 2017. 140 p. (Eng)

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Оптимізація портфельів проєктів реалізації колективних стратегій в мережах організацій ланцюгів постачань / Т.А. Воркут, О.Є. Білоног, А.В. Петунін, Ю.О. Третиниченко, В.С. Харута, А.М. Чечет // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий збірник. – К. : НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).

Актуальність теми зумовлена необхідністю вдосконалення і подальшого розвитку методологічного забезпечення процесів управління портфелями в контексті запровадження портфельно-орієнтованого управління реалізацією колективних стратегій в мережах організацій ланцюгів постачань.

Мета дослідження полягає у розробленні математичної моделі визначення оптимального складу портфельів – як засобів реалізації, на єдиній системній основі, колективних стратегій в МОЛП – за вимогами досягнення цільових значень обраних критеріїв результативності і економічності роботи ланцюгів постачань як цілісних об'єктів, враховуючи можливості представлення зазначених критеріїв як випадкових величин. Дана модель описується в роботі за умовами оптимізації портфеля реалізації, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу доставки замовлень в ланцюзі постачань.

Завдання дослідження: провести зіставно-порівняльний аналіз версій стандарту управління портфелем РМІ для формування понятійної бази дослідження і визначення бази знань із управління портфелем за предметом дослідження; виконати постановку задачі оптимізації складу портфельів реалізації колективних стратегій в МОЛП; провести аналіз і ідентифікувати наукові прогалини у методологічних підходах до вирішення задачі оптимізації складу портфельів реалізації колективних стратегій в МОЛП у запропонованій постановці; розробити математичну модель визначення оптимального складу портфельів реалізації колективних стратегій в МОЛП за прикладом оптимізації портфеля реалізації колективної логістичної стратегії, компоненти якого спрямовуються на

скорочення часу ДЗЛП; провести апробацію розробленої математичної моделі оптимізації портфеля за умовами роботи в Україні ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування.

Використана методика дослідження. Дослідження ґрунтуються на концепції формування на єдиній системній основі портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП, яка передбачає поширення портфельно-орієнтованого управління, яке визначено за ефективний інструмент реалізації стратегії окремої організації, за аналогією, на мережу організацій, в тому числі, ланцюгів постачань, якщо умовами розвитку даної мережі передбачається прийняття колективної стратегії.

На основі проведення зіставно-порівняльного аналізу 4-х відомих на 2020 р. версій стандарту управління портфелем РМІ керівництво портфелем ідентифіковано як база знань із управління портфелем щодо методів і моделей оптимізації портфелів реалізації стратегій в організаціях.

На основі аналізу наукових та інших інформаційних джерел, задачу оптимізації складу портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП сформульовано як таку, що передбачає оптимізацію, на єдиній системній основі, портфеля ланцюга постачань за вимогами досягнення цільових значень обраних критеріїв результативності і економічності роботи ланцюга постачань як цілісного об'єкта, враховуючи можливість представлення даних критеріїв як випадкових величин.

На основі аналізу методологічних підходів до вирішення задачі оптимізації складу портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП в запропонованій постановці ідентифіковано наукову прогалину, в тому числі, за базою знань із керівництва портфелем, в частині браку моделей для оптимізації складу компонентів портфеля, які б дозволили оцінювати ці компоненти з єдиної системної позиції МОЛП за встановленими, в загальному випадку, кількома критеріями із урахуванням можливості представлення даних критеріїв як випадкових величин.

На основі аналізу методологічних підходів до вирішення багатокритеріальних задач із урахуванням того що деякі параметри можуть мати випадковий характер, для вирішення задачі оптимізації складу портфелів реалізації колективних стратегій в МОЛП в запропонованій постановці обрано такий підхід до вирішення багатокритеріальних задач як встановлення одного (основного) критерію із переведенням інших до рангу обмежень. Це дало підстави застосувати метод цілочисельного програмування, а прийняття умови про випадковий характер окремих параметрів – метод цілочисельного стохастичного програмування.

В підсумку, запропоновано математичну модель визначення оптимального складу портфелів – як засобів реалізації, на єдиній системній основі, колективних стратегій в МОЛП – за вимогами досягнення цільових значень обраних критеріїв як випадкових величин. Дана модель описана в роботі за умовами оптимізації портфеля реалізації логістичної стратегії, компоненти якого спрямовуються на скорочення часу ДЗЛП.

Достовірність моделі підтверджується її апробацією в 2018-2020 рр. за сімома різновидами ланцюгів постачань швидкокопсувних продуктів харчування, в роботі в яких були задіяні підприємства ТОВ «ФРОЗЕН ФРУТ», ТОВ «Гандікап», ТОВ «АЙФТ Україна», ТОВ «Гросхандель», ТОВ «Ольгопільське АТП» та ПП «Український продукт».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛЕКТИВНА СТРАТЕГІЯ, ЛАНЦЮГ ПОСТАЧАНЬ, ЛОГІСТИЧНА СТРАТЕГІЯ, УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАНЬ, ПОРТФЕЛЬ ПРОЕКТІВ, ПОРТФЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ.

ABSTRACT

Vorkut T.A., Bilonoh O.E., Petunin A.V., Tretynychenko Y.O., Kharuta V.S., Chechet A.M. Project Portfolios Optimisation of Collective Strategies Implementation in Supply Chain Networks. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

The actuality of the theme arises from the need to improve and further develop the methodological support of portfolio management processes in the context of the portfolio management introduction of collective strategies implementation in supply chain networks.

The purpose of the study is to develop a mathematical model for determining the optimal portfolio components as a means of single system implementation of collective strategies in supply chain networks (SCNs) to meet the target value of selected criteria of efficiency and cost-effectiveness of supply chains as integral objects, taking into account the possibility of presenting these criteria as stochastic variables. The

given model is described in the paper in the terms of portfolio implementation optimisation, the components of which are aimed at reducing the delivery time of orders in the supply chain.

Objectives of the study: to conduct a comparative analysis of the PMI portfolio management standard versions in order to form a conceptual framework for the study and determine the knowledge base for portfolio management by the subject of the research; to formulate the problem of portfolio components optimisation for the collective strategies implementation in SCNs; to analyse and identify scientific gaps in methodological approaches to solving the problem of optimizing portfolio components of the collective strategies implementation in SCNs in the proposed formulation; to develop a mathematical model for determining the optimal portfolio components for the implementation of collective strategies in SCNs as in the case of portfolio optimisation for a collective logistics strategy implementation, the components of which are aimed at reducing the time of orders delivery in supply chain; to approve the developed mathematical model for portfolio optimisation under the operation conditions of perishable goods supply chains in Ukraine.

Utilised techniques of the research. The research is based on the concept of forming, on a single system basis, the collective strategies portfolio implementation in SCNs, which foresees the spread of portfolio management, which is defined to be an effective tool for the strategy implementation of an individual organisation, in a similar way a network of organisations, if the development conditions of the given network foresee the adoption of a collective strategy.

Based on a comparative analysis of the four known versions of the PMI portfolio management standard for 2020, portfolio management is identified as a knowledge basis for portfolio management of methods and models for portfolio optimisation and strategies implementation in organisations.

Based on the analysis of scientific and other information sources, the objective of optimizing the portfolios composition of collective strategies in SCNs is formulated as one that foresees the single system optimisation of the supply chain portfolio to meet the targets of selected criteria of efficiency and cost-effectiveness of the supply chain as a whole object, taking into account the possibility of presenting these criteria as stochastic variables.

Based on the analysis of methodological approaches to solving the problem of optimizing the portfolio composition of collective strategies in SCNs, we identified a scientific gap, including the knowledge basis of portfolio management composition, in terms of lack of models for portfolio components optimisation. They would give the possibility to assess these components from a single system position of SCNs according to the established, in general case, several criteria, taking into account the possibility to present these criteria as stochastic variables.

Based on the analysis of methodological approaches to solving multicriteria problems, taking into account the fact that some parameters may be stochastic, to solve the problem of portfolios components optimisation of collective strategies in SCNs in the proposed presentation we chose such an approach to solving multicriteria problems as establishing one (main) criterion transferring others to the rank of restraints. This gave grounds to apply the method of stochastic integer programming and to accept the condition about the random nature of individual parameters, i.e. the method of stochastic integer programming.

As a result, the mathematical model for determining the optimal composition of portfolios was introduced as a means of implementing, on a single system basis, collective strategies in SCNs according to the requirements of achieving the target values of the selected criteria as stochastic variables. This model is described in the paper under the conditions of the portfolio optimisation of logistics strategy implementation, the components of which are aimed at reducing the time of order delivery of supply chain.

The reliability of the model is confirmed by its practical approval within 2018-2020 in seven types of perishable goods supply chains, which involved companies, such as: FROZEN FRUT LLC, Handikap LLC, AIFT Ukraine LLC, Hroskhandel LLC, Olhopilske Motor Transport Enterprise LLC and Ukrainskyi Product PE.

KEY WORDS: COLLECTIVE STRATEGY, SUPPLY CHAIN, LOGISTICS STRATEGY, SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, PORTFOLIO-MANAGEMENT.

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Оптимизация портфелей проектов реализации коллективных стратегий в сетях организаций цепей поставок / Т.А. Воркут, О.Е. Белоног, А.В. Петунин, Ю.А. Третиниченко,

В.С. Харута, А.М. Чечет // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научный сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1 (48).

Актуальность темы обусловлена необходимостью совершенствования и дальнейшего развития методологического обеспечения процессов управления портфелями в контексте внедрения портфельного-ориентированного управления реализацией коллективных стратегий в сетях организаций цепей поставок.

Цель исследования заключается в разработке математической модели определения оптимального состава портфелей – как средств реализации, на единой системной основе, коллективных стратегий в СОЦП – по требованиям достижения целевых значений выбранных критериев результативности и экономичности работы цепей поставок как целостных объектов, учитывая возможности представления указанных критериев случайных величин. Данная модель описывается в работе по условиям оптимизации портфеля реализации, компоненты которого направляются на сокращение времени доставки заказов в цепи поставок.

Задачи исследования: провести сопоставимо-сравнительный анализ версий стандарта управления портфелем PMI для формирования понятийной базы исследования и определения базы знаний по управлению портфелем по предмету исследования; выполнить постановку задачи оптимизации состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП; провести анализ и идентифицировать научные пробелы в методологических подходах к решению задачи оптимизации состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП в предложенной постановке; разработать математическую модель определения оптимального состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП по примеру оптимизации портфеля реализации коллективных логистических стратегий, компоненты которого направляются на ДЗЦП сокращение времени; провести апробацию разработанной математической модели оптимизации портфеля по условиям работы в Украине цепей поставок скоропортящихся продуктов питания.

Использованная методика исследования. Исследования основываются на концепции формирования в едином системной основе портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП, которая предусматривает распространение портфельных-ориентированного управления, которое определено по эффективный инструмент реализации стратегии отдельной организации, по аналогии, на сеть организаций, в том числе, цепей поставок, если условиями развития данной сети предполагается принятие коллективной стратегии.

На основе проведения сопоставимо-сравнительного анализа 4-х известных на 2020 версий стандарта PMI руководство портфелем идентифицировано как база знаний по управлению портфелем методов и моделей оптимизации портфелей реализации стратегий в организациях.

На основе анализа научных и других информационных источников задачу оптимизации состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП сформулировано как такую, которая предусматривает оптимизацию, в едином системной основе, портфеля цепи поставок по требованиям достижения целевых значений выбранных критериев результативности и экономичности работы цепи поставок как целостного объекта, учитывая возможность представления данных критериев как случайных величин.

На основе анализа методологических подходов к решению задачи оптимизации состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП в предложенной постановке идентифицировано научную пробел, в том числе по базе знаний из руководства портфелем, в части нехватки моделей для оптимизации состава компонентов портфеля, позволяющих оценивать эти компоненты с единой системной позиции СОЦП по установленным, в общем случае, нескольким критериям с учетом возможности представления данных критериев как случайных величин.

На основе анализа методологических подходов к решению многокритериальных задач с учетом того что некоторые параметры могут иметь случайный характер, для решения задачи оптимизации состава портфелей реализации коллективных стратегий в СОЦП в предложенной постановке избран такой подход к решению многокритериальных задач как установка одного (основного) критерия с переводом других в ранг ограничений. Это дало возможность применять метод целочисленного программирования, а принятие условия о случайном характере отдельных параметров – метода целочисленного стохастического программирования.

В итоге, предложена математическая модель определения оптимального состава портфелей – как средств реализации, в едином стратегической основе, коллективных стратегий в СОЦП – по

требованиям достижения целевых значений выбранных критериев как случайных величин. Данная модель описана в работе по условиям оптимизации портфеля реализации логистической стратегии, компоненты которого направляются на сокращение времени ДЗЦП. Достоверность модели подтверждается ее апробацией в 2018-2020 гг. За семью разновидностями цепей поставок скоропортящихся продуктов

АВТОРИ:

Воркут Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: vorkutt@ukr.net, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Україна, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленко, 1, оф. 439, <http://orcid.org/0000-0003-0354-476X>

Білоног Оксана Євгенівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: bilonog.oksana@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Україна, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Петунін Андрій Володимирович, старший викладач кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: petunin.andrew@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Україна, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-8897-7558.

Третиниченко Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: yuriy.tretynychenko@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Україна, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Харута Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: kharuta_vitaliy@ukr.net, тел.: (+38044) 254-43-26, 01010, Україна, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-8897-7558.

Чечет Анна Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: anet_chechet@ukr.net, тел. +380634321538, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича Павленка, 1, оф. 439. orcid.org/0000-0002-5912-0678

AUTHOR:

Vorkut Tetiana, Dr.Sci.Tech., Professor, Head of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University e-mail: vorkutt@ukr.net, tel. (+38 044) 2544326, tel. mob. +380975812558, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenko str., 1, k. 439, orcid.org/0000-0003-0354-476X

Bilonoh Oksana, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: bilonog.oksana@gmail.com, tel.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Ukraine, Kyiv, 1, M. Omelyanovich-Pavlenko street, of. 439, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Petunin Andrii, Senior Lecturer of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University e-mail: petunin.andrew@gmail.com, tel. (+38 044) 254-43-26, tel. mob. +380936020510, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenko str., 1, k. 433a, orcid.org/0000-0002-8072-6842

Tretynychenko Yurii, PhD, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: yuriy.tretynychenko@gmail.com, tel.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Ukraine, Kyiv, 1, M. Omelyanovich-Pavlenko street, of. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Kharuta Vitalii, PhD, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: kharuta_vitaliy@ukr.net, tel.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Ukraine, Kyiv, 1, M. Omelyanovich-Pavlenko street, of. 439, orcid.org/0000-0002-8897-7558.

Chechet Anna M., PhD, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: anet_chechet@ukr.net, тел. +380634321538, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenka str. 1, orcid.org/0000-0002-5912-0678

АВТОРЫ:

Воркут Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: vorkutt@ukr.net,

тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Киев, Украина, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, <http://orcid.org/0000-0003-0354-476X>

Билоног Оксана Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: bilonog.oksana@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Киев, Украина, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0003-2471-5388

Петунин Андрей Владимирович, старший преподаватель кафедры транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: petunin.andrew@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Киев, Украина, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-8897-7558

Третиниченко Юрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: yuriy.tretynychenko@gmail.com, тел.: (+38 044) 254-43-26, 01010, Киев, Украина, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Харута Виталий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: kharuta_vitaliy@ukr.net, тел.: (+38044)254-43-26, 01010, Киев, Украина, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, оф. 439, orcid.org/0000-0002-8897-7558

Чечет Анна Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортного права и логистики, Национальный транспортный университет, e-mail: anet_chechet@ukr.net, тел. +380634321538, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 439. orcid.org/0000-0002-5912-0678

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данченко О. Б., доктор технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу Черкаського державного технологічного університету, Черкаси, Україна.

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, Київ, Україна

REVIEWER:

Danchenko O. B., Ph.D., Technical (Dr.), Associate Professor, Professor of Computer Science and Systems Analysis of Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine.

Khrutba V.O., Doctor of Science, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions of National Transport University, Kiev, Ukraine