

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОПЕРАЦІЙНОЇ ФАЗИ

5.1. Багатокритеріальний підхід до обґрунтування проектів придбання і використання суден

Ефективність проектів використання об'єктів транспортної інфраструктури залежить від багатьох зовнішніх чинників. Тому великий практичний інтерес представляє розробка методів управління проектами інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням специфіки її експлуатації [129, 215].

Є ряд досліджень з широкого кола проблем, що стосуються управління проектами розвитку судноплавних компаній. Методи управління транспортними компаніями розглядаються в роботах [30, 44, 108, 236, 247, 318]. Для того, щоб збільшити свою конкурентоспроможність на фрахтовому ринку, судновласники і оператори змушені оптимізувати витрати і максимально враховувати специфіку експлуатації власного флоту, зважаючи на тенденції розвитку ринку морських перевезень. У більшості випадків структура вантажопотоків неоднорідна і має ряд особливостей в кожному конкретному випадку. Тому для досягнення максимальної ефективності проектів поповнення флоту судноплавних компаній необхідно враховувати особливості структури існуючих вантажопотоків. У зв'язку з цим великий практичний інтерес представляє розробка кількісних методів обґрунтування вибору оптимального проекту придбання та використання судна для роботи в заданих умовах. Також при обґрунтуванні вибору проекту поповнення флоту судноплавної компанії за рахунок придбання нового судна особливо актуальні дослідження, що спрямовані на вибір економічно обґрунтованої швидкості

руху суден, від якої безпосередньо залежать витрати палива. Експлуатація суден на знижених швидкостях широко застосовується в світовій практиці.

У роботах [327, 364, 371] автори досліджують вплив зменшення швидкості на витрати палива і експлуатаційні характеристики суден, що використовуються в лінійних перевезеннях. Існує декілька шляхів скорочення витрат на паливно-мастильні матеріали. Один зі шляхів полягає в оновленні флоту суднами нового покоління, які оснащені сучасними економічними двигунами [335, 347]. Інший шлях скорочення витрат палива при експлуатації суден полягає у виборі та забезпеченні оптимальних режимів роботи суднової енергетичної установки, а також проведенні різних організаційно-технічних заходів щодо економії паливно-мастильних матеріалів [321]. В роботі [247] досліджена оптимальна швидкість роботи суден в трамповому судноплавстві. Стаття [365] присвячена дослідженню процесу встановлення гарантованої швидкості судна і витрат палива в контрактах морських перевезень. Методи обґрунтування оптимальної швидкості при проектуванні суден розглянуті в роботі [335]. Вивченню питань залежності витрат палива від швидкості руху судна і розробці методів вибору оптимальної експлуатаційної швидкості присвячені роботи [106, 275, 284, 325, 342, 368] і ряд інших досліджень. Однак ряд питань все ще залишаються недостатньо дослідженими. Зокрема, практичний інтерес представляє дослідження проблеми обґрунтування вибору проекту придбання та використання судна-балкера з урахуванням можливості його використання на різних швидкісних режимах.

Життєві цикли проектів зміни структури флоту судноплавних компаній мають свої особливості. Однією з основних особливостей є те, що, як правило, операційна фаза за тривалістю значно перевищує всі попередні. У зв'язку з цим дуже важливим є не тільки ретельний аналіз характеристик суден-претендентів, а також оцінка можливих перспектив їх експлуатації. Однією з головних цілей даного підрозділу є обґрунтування методу вибору проекту придбання та використання судна-балкера з урахуванням можливості його

використання на різних швидкостях. Для досягнення поставленої задачі планується:

дослідити залежність показників експлуатації суден, що використовуються в трампових перевезеннях, від швидкості руху суден;

дослідити вплив швидкості руху суден на значення чистої сучасної вартості (NPV, Net Present Value) проектів придбання і використання суден;

застосувати методи багатокритеріальних оцінок для обґрунтування оптимального вибору судна з урахуванням можливості його використання на різних швидкостях.

Для того, щоб оцінити ефективність використання суден, розрахуємо експлуатаційні показники суден на декількох напрямках і знайдемо показники тайм-чартерного еквівалента (*TCE*, Time Charter Equivalent) [108, 112, 295].

Середньозважений тайм-чартерний еквівалент TCE_{av} за декількома напрямками перевезень будемо визначати формулою

$$TCE_{av} = \frac{\sum_{k=1}^K (F_k - R_k^{var})}{\sum_{k=1}^K t_k^v}, \quad (5.1)$$

де t_k^v – загальна тривалість кругового рейсу на k -му напрямку перевезень, діб;

R_k^{var} – змінні витрати судна за круговий рейс на k -му напрямку перевезень, дол.;

F_k – величина фрахту судна за круговий рейс на k -му напрямку перевезень, дол.;

K – кількість розглянутих напрямків перевезень.

Загальна тривалість кругового рейсу, до якої входить тривалість ходової та стоянкової складових на k -му напрямку перевезень, дорівнює [316]

$$t_k^v = \frac{(L_k - L_k^{res})}{v_k' \cdot 24} + \frac{L_k^{res}}{v_k^{res} \cdot 24} + \frac{(L_k - L_k^{res})}{v_k'' \cdot 24} + \frac{L_k^{res}}{v_k^{res} \cdot 24} + \frac{Q_k'}{M_{load\ k}'} + \frac{Q_k'}{M_{unload\ k}'} + \frac{Q_k''}{M_{load\ k}''} + \frac{Q_k''}{M_{unload\ k}''}, \quad (5.2)$$

де L_k – загальна довжина ділянки переходу в один бік на k -му напрямку перевезень, милі;

L_k^{res} – довжина ділянки обмеженого судноплавства в один бік на k -му напрямку перевезень, милі;

v_k' – швидкість судна в прямому напрямку на k -му напрямку перевезень, вузл.;

v_k'' – швидкість судна в зворотному напрямку на k -му напрямку перевезень, вузл.;

v_k^{res} – швидкість судна при проходженні ділянок обмеженого судноплавства, вузл.;

Q_k' – кількість вантажу, що перевозиться за рейс в прямому напрямку, т;

Q_k'' – кількість вантажу, що перевозиться за рейс в зворотному напрямку, т;

$M'_{load\ k}$ – норма навантаження судна в порту відправлення в прямому напрямку, т/добу;

$M'_{unload\ k}$ – норма розвантаження судна в порту відправлення в прямому напрямку, т/добу;

$M''_{load\ k}$ – норма навантаження судна в порту відправлення в зворотному напрямку, т/добу;

$M''_{unload\ k}$ – норма розвантаження судна в порту відправлення в зворотному напрямку, т/добу.

Величина фрахту за круговий рейс на k -му напрямку перевезень дорівнює

$$F_k = Q_k' \cdot f_k' + Q_k'' \cdot f_k'', \quad (5.3)$$

де f_k' – фрахтова ставка на перевезення навалювального вантажу в прямому напрямку, дол./т;

f_k'' – фрахтова ставка на перевезення навалювального вантажу в зворотному напрямку, дол./т.

Проекти придбання і використання суден, як правило, мають досить тривалий життєвий цикл. Тому для оцінки ефективності таких проектів часто

використовують показник чистої сучасної вартості. Чиста сучасна вартість (NPV) – це показник, який використовується для визначення поточної вартості всіх майбутніх грошових потоків, що пов'язані з реалізацією даного проекту, включаючи початкові капітальні вкладення [108]. Значення NPV проекту придбання та використання судна будемо оцінювати, використовуючи формулу

$$NPV = \sum_{i=1}^T \frac{F_i^{an} - R_i^{var} - R_i^{perm} - R_i^{loan}}{(1 + p/100)^i} + \frac{I_{sale}}{(1 + p/100)^T} - I_0^{own}, \quad (5.4)$$

де T – період експлуатації судна, роки;

F_i^{an} – сумарний фрахт, одержуваний судном за i -й рік, дол.;

R_i^{perm} – постійні витрати при експлуатації судна за i -й рік, дол.;

R_i^{loan} – витрати по кредиту за i -й рік, дол.;

p – річна процентна ставка по кредиту, %;

I_0^{own} – обсяг інвестицій за рахунок власних коштів, дол.;

I_{sale} – прогнозована вартість продажу судна після його експлуатації протягом T років, дол.

Середній річний дохід судна розраховується за формулою

$$F_i^{an} = \frac{\sum_{k=1}^K F_k}{\sum_{k=1}^K t_k^v} \cdot T_{op}, \quad (5.5)$$

де F_k – сума фрахту за круговий рейс на k -му напрямку, дол.;

T_{op} – термін експлуатації судна протягом року, діб.

Середньорічні змінні витрати дорівнюють [295]

$$R_i^{var} = \frac{\sum_{k=1}^K (R_k^{fuel} + F_k \cdot r_{br} / 100 + R_{dues\ k}^{total})}{\sum_{k=1}^K t_{pk}} \cdot T_{op}, \quad (5.6)$$

де R_k^{fuel} – загальні витрати за круговий рейс на k -му напрямку, дол.;

r_{br} – частка комісії за залучення вантажу, %;

$R_{dues\ k}^{total}$ – загальні збори за рейс на k -му напрямку, дол.

Загальні витрати за круговий рейс на k -му напрямку розраховуються за формулою

$$R_k^{fuel} = r_{lub} \cdot C^{ifo} \cdot (q_{sail}^{ifo} \cdot t_k^{sail} + q_{serv}^{ifo} \cdot t_k^{serv}) + r_{lub} \cdot C^{mdo} \cdot (q_{sail}^{mdo} \cdot t_k^{sail} + q_{serv}^{mdo} \cdot t_k^{serv}), \quad (5.7)$$

де r_{lub} – коефіцієнт, що враховує витрати мастильних матеріалів;

q_{sail}^{ifo} – норми витрат основного пального під час руху судна, т/добу;

q_{serv}^{ifo} – норми витрат основного пального під час стоянки судна, т/добу;

C^{ifo} – ціна основного пального (IFO 380), дол./т;

q_{sail}^{mdo} – норми витрат дизельного пального під час руху судна, т/добу;

q_{serv}^{mdo} – норми витрат основного пального під час стоянки судна, т/добу;

C^{mdo} – ціна дизельного пального (MDO), дол./т;

t_k^{sail} – загальний ходовий час кругового рейсу на k -му напрямку, діб;

t_k^{serv} – загальний час вантажних робіт за рейс на k -му напрямку, діб;

Вартість використання позикових коштів у i -му році визначається формулою

$$R_i^{loan} = I_{res\ i}^{loan} \cdot \frac{p}{100} + \frac{I_{init}^{loan}}{T}, \quad (5.8)$$

де $I_{res\ i}^{loan}$ – залишок позикових коштів на початок i -го року, дол;

I_{init}^{loan} – загальна сума позикових коштів на момент початку інвестиційного проекту, дол.

Постійні витрати при експлуатації судна включають в себе заробітну плату екіпажу, витрати, що пов'язані з підтриманням судна в належному технічному стані, а також страхові збори. Для подальшого аналізу розглянемо сім суден-претендентів, основні характеристики яких наведені в табл. 5.1. У табл. 5.2 представлені значення TCE і NPV проектів придбання і використання суден-претендентів при русі на максимальних (паспортних) швидкостях. З

табл. 5.2 видно, що при використанні суден на паспортних швидкостях найбільше значення *NPV* має проект придбання і використання Судна 5.

Таблиця 5.1 – Основні характеристики суден-претендентів

Характеристики	Судно 1	Судно 2	Судно 3	Судно 4	Судно 5	Судно 6	Судно 7
Тип судна	балкер	балкер	балкер	балкер	балкер	балкер	балкер
Дедвейт, т	35000	31900	42650	38600	34100	29500	40600
Осідання, м	9,7	9,6	11,2	10,5	9,5	9,4	10,8
Чиста вантажопідйомність, т	29150	25700	35900	31700	28900	21900	33800
Вантажомісткість (W), м ³	44200	40500	51900	50800	40300	37800	49800
GRT, рег.т	22100	19800	24900	25600	21500	16200	22400
NRT, рег.т	12800	10400	18900	13060	11600	9400	16100
Довжина, м	194	175	181	180	185	171	172
Ширина, м	27,5	29,5	30,5	32	26,5	28,0	29,5
Висота борту, м	15,8	15,2	16,1	16,6	15,5	15,0	15,9
Максимальна швидкість з вантажем, вузл.	13,0	13,5	12,0	14,0	12,5	14,5	12,0
Витрати палива ІФО на ходу з вантажем, т/добу	24,2	22,5	28,0	26,0	23,5	23,4	29,0
Ціна покупки судна, млн. дол.	9,1	10,2	7,5	19,0	10,7	11,4	5,6

Таблиця 5.2 – Показники ефективності проектів придбання і використання суден при експлуатації на паспортних швидкостях

Судна	Паспортна швидкість судна, вузл.	Середній ходовий час в одному напрямку, діб	<i>TCE</i> , дол./добу	<i>NPV</i> , тис. дол.
Судно 1	13,0	26,8	6708,9	873,1
Судно 2	13,5	25,9	6063,7	832,9
Судно 3	12,0	29,0	7335,4	822,5
Судно 4	14,0	25,0	8550,1	596,1
Судно 5	12,5	27,9	6632,7	908,0
Судно 6	14,5	24,2	6553,5	615,6
Судно 7	12,0	29,0	7050,0	486,2

З одного боку, зниження швидкості руху суден дозволяє заощадити паливо і, отже, зменшити собівартість вантажоперевезень. Але, з іншого боку, занадто повільне пересування вантажу не завжди може бути прийнятним для вантажовласників. Тому для обґрунтування вибору інвестиційного проекту придбання судна-балкера і визначення оптимального швидкісного режиму його використання доцільно використовувати багатокритеріальні оцінки.

Є ряд підходів до дослідження задач багатокритеріальної оптимізації. Найбільш прості з них – це метод згортання критеріїв, метод головного критерію і метод послідовних поступок [252]. Однак використання цих методів робить рішення задачі обґрунтування параметрів інвестиційного проекту значною мірою формальним і може відсікти значну частину важливої інформації, яка могла б допомогти особі, що приймає рішення, зробити більш обґрунтований і зважений вибір. Упаковка всіх показників в єдиний інтегральний показник не дає можливості всебічно вивчити дану задачу. При дослідженні задач багатокритеріальної оптимізації вичерпна об'єктивна інформація стає доступною, коли знайдено множену Парето. На підставі інформації про множину Парето особа, яка приймає рішення, може зробити остаточний вибір одного з непокрещуваних рішень [98].

Позначимо через X множину допустимих рішень. Для формального математичного опису даної задачі розглянемо набір допустимих рішень задачі вибору проекту придбання та використання судна у вигляді впорядкованої пари:

$$X = (x_1, x_2), \quad (5.9)$$

де значення змінної x_1 визначає вибір судна, а значення змінної x_2 визначає швидкісний режим, на якому планується експлуатувати обране судно. Кожній парі $X = (x_1, x_2)$ відповідає пара значень критеріїв

$$Y = (y_1, y_2), \quad (5.10)$$

де y_1 – значення середнього часу доставки вантажу, y_2 – значення NPV проекту придбання та використання даного судна.

Таким чином, вибір значень параметрів управління (x_1, x_2) однозначно визначає значення критеріїв (y_1, y_2) :

$$(x_1, x_2) \rightarrow (y_1, y_2). \quad (5.11)$$

Для отримання найкращого з допустимих рішень потрібно вибрати такі значення (x_1, x_2) , при яких y_1 стає мінімальним, а y_2 – максимальним [98].

Отже, задачу багатокритеріальної оптимізації можна записати у вигляді

$$\begin{cases} y_1(x_1, x_2) \xrightarrow{(x_1, x_2)} \min \\ y_2(x_1, x_2) \xrightarrow{(x_1, x_2)} \max \end{cases}. \quad (5.12)$$

Очевидно, що не існує таких параметрів управління (x_1, x_2) , при яких одночасно досягалися б кращі значення обох критеріїв. Тому дана задача є типовою задачею багатокритеріальної оптимізації. Для її дослідження побудуємо множину Парето-оптимальних значень.

На рис. 5.1 представлені графіки змінення витрат палива IFO 380 в залежності від швидкості руху розглядуваних суден. У табл. 5.3 представлені значення NPV проектів придбання та використання розглядуваних суден в залежності від швидкості їх руху. Криві змінення значень NPV проектів придбання і використання суден-претендентів залежно від швидкості руху представлені на рис. 5.2. На рис. 5.3. зображені криві змінення значень NPV проектів придбання і використання суден в залежності від середнього ходового часу в одному напрямку.

З рис. 5.2 і 5.3 видно, що за рахунок зменшення швидкості руху суден можна істотно підвищити значення NPV , проте при цьому буде спостерігатися збільшення ходового часу. Для кожного судна-претендента існує така швидкість, при якій NPV досягає максимального значення (табл. 5.3). Жирною лінією на рис. 5.3 позначено паретову межу, що складається з непокрещуваних значень цільових функцій задачі багатокритеріальної оптимізації (5.12). Оптимальні рішення багатокритеріальної задачі слід шукати лише серед елементів множини альтернатив, які лежать на паретовій межі. Для кожного такого рішення жоден критерій не може бути покращений без погіршення хоча

б одного з решти критеріїв. У більшості випадків при відсутності додаткової інформації про систему переваг, особа, яка приймає рішення, має вибирати рішення саме з множини Парето.

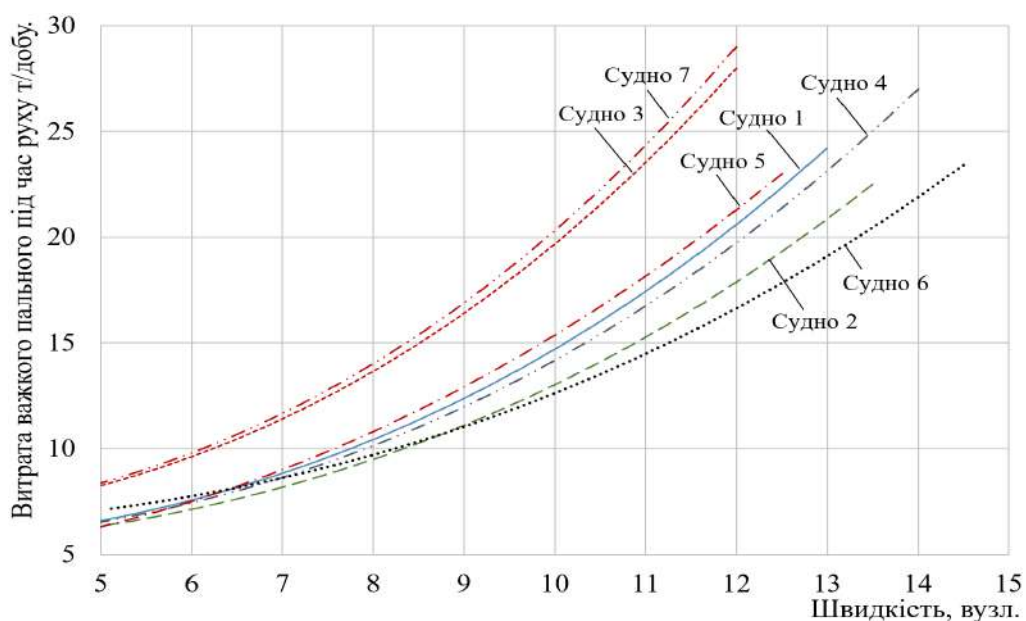


Рисунок 5.1 – Порівняння залежностей витрат важкого палива від швидкості руху для розглядуваних суден-претендентів

Таблиця 5.3 – Змінення значень *NPV* проектів придбання і використання суден в залежності від швидкості їх руху

Швидкість, вузл.	Значення <i>NPV</i> , тис. дол.						
	Судно 1	Судно 2	Судно 3	Судно 4	Судно 5	Судно 6	Судно 7
5,0	-1953,5	-2083,6	-1707,0	-3359,3	-1690,1	-3276,3	-1734,8
5,5	-1416,3	-1583,6	-1117,2	-2734,1	-1208,7	-2740,0	-1156,9
6,0	-931,0	-1127,5	-596,2	-2163,2	-777,7	-2244,5	-649,3
6,5	-496,9	-714,9	-142,4	-1644,9	-395,5	-1788,5	-210,5
7,0	-113,0	-345,0	245,8	-1178,1	-60,4	-1371,6	161,2
7,5	221,6	-17,3	569,9	-761,3	229,1	-993,1	467,4
8,0	507,7	268,8	831,5	-393,3	474,5	-652,3	709,3
8,5	746,1	514,0	1031,8	-72,9	677,1	-348,5	888,4
9,0	937,8	718,7	1172,2	201,0	838,4	-81,1	1006,0
9,5	1083,4	883,7	1253,9	429,6	959,5	150,5	1063,3
10,0	1183,7	1009,4	1278,3	613,7	1041,8	346,9	1061,7
10,5	1239,4	1096,4	1245,9	754,4	1086,4	508,6	1001,8
11,0	1251,3	1145,2	1159,5	852,7	1094,0	636,1	886,3
11,5	1219,7	1156,2	1016,1	909,4	1067,0	730,1	712,1
12,0	1146,9	1129,9	822,5	925,1	1003,1	791,1	486,2
12,5	1028,7	1068,0	–	900,9	908,0	819,2	–
13,0	873,1	966,3	–	838,6	–	815,4	–
13,5	–	832,9	–	733,8	–	780,8	–
14,0	–	–	–	596,1	–	711,3	–
14,5	–	–	–	–	–	615,6	–

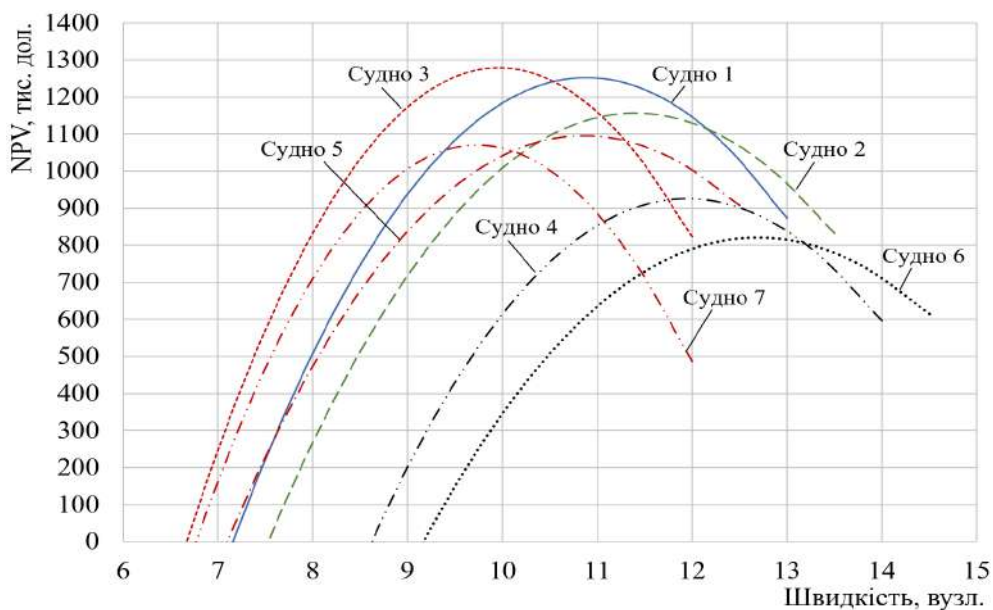


Рисунок 5.2 – Залежність значень NPV проектів придбання і використання суден від швидкості руху суден

Таким чином, при експлуатації суден на паспортних швидкостях найбільш ефективним з точки зору максимізації NPV виглядає проект придбання Судна 5 (табл. 5.2, рис. 5.3). Однак з урахуванням можливості експлуатації суден на уповільнених швидкостях найбільш вигідним виявився проект придбання Судна 3 (табл. 5.4, рис. 5.3).

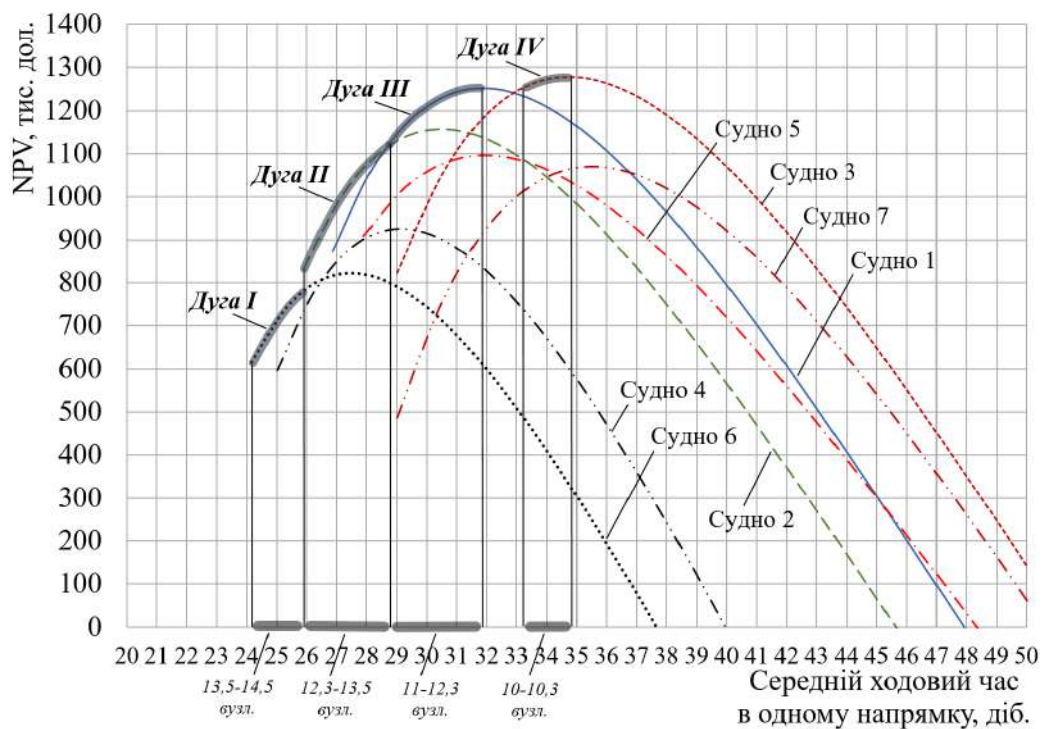


Рисунок 5.3 – Змінення значень NPV проектів придбання і використання суден залежно від ходового часу в одному напрямку

Таблиця 5.4 – Максимальні значення NPV , які можуть бути досягнуті при зменшенні швидкості руху суден

Судна	Швидкість судна, вузл.	Середній ходовий час в одному напрямку, діб.	Максимальне значення NPV , тис. дол.
Судно 1	10,9	31,8	1 251,3
Судно 2	11,5	30,2	1156,2
Судно 3	9,9	34,8	1278,3
Судно 4	12,0	29,0	925,1
Судно 5	10,8	32,0	1098,2
Судно 6	12,7	27,4	821,1
Судно 7	9,8	35,7	1068,1

З рис. 5.3 можна бачити, що паретова межа складається з чотирьох дуг. Перша дуга складається з непокрщуваних точок, для яких характерні малі середні значення середньої тривалості рейсу в одному напрямку (від 24 до 26 діб.) і малі значення NPV (від 0,6 до 0,8 млн. дол.). Ці точки відповідають вибору Судна 6 і його використанню на максимальних швидкостях (від 13,5 до 14,5 вузлів). Максимальні значення NPV досягаються для точок четвертої дуги паретової межі (1,28 млн. дол.). Однак при цьому час рейсу в одному напрямку збільшується до 35 діб. Точки другої і третьої дуги відповідають вибору Судна 2 і Судна 1 і їх використанню в діапазоні швидкостей 12,3 – 13,5 і 11 – 12,3 вузлів відповідно (рис. 5.3). Очевидно, що використання будь-якого з розглядуваних суден-претендентів на швидкості меншій, ніж 10 вузлів, є недоцільним. З рис. 5.3 також видно, що жодна з точок кривих, що відповідають суднам Судно 4, Судно 5 і Судно 7, не потрапила на паретову межу. Кращі значення NPV при використанні в діапазоні швидкостей від 11 до 12,3 вузлів показує Судно 1. При цьому найбільше значення NPV для Судна 1 становить 1,25 млн. дол., що всього на 30 тис. дол. менше, ніж максимальне значення NPV для Судна 3 (табл. 5.4, рис. 5.3).

Таким чином, дослідження показало, що найбільше значення NPV при використанні суден на паспортних швидкостях має Судно 5. При використанні суден на уповільнених швидкостях найбільше значення NPV має Судно 3. На

високих швидкостях (13,5-14,5 вузлів) кращі значення NPV має Судно 6. Судно 1 не має, ані максимальної швидкості, ані максимального значення NPV , але при цьому в широкому діапазоні швидкостей його показники ефективності використання близькі до оптимальних. Тому в умовах невизначеності, коли складно заздалегідь спрогнозувати, який швидкісний режим буде найбільш затребуваний в майбутньому, проект придбання Судна 1 виглядає найбільш збалансованим.

5.2. Розробка методу обґрунтування вибору судна з урахуванням змін кон'юнктури фрахтового ринку і цін на пальне

Розвиток ринку морських перевезень є схильним до суттєвих коливань. Кон'юнктура фрахтового ринку залежить від стану світової економіки, політичної обстановки, законодавства і ряду інших факторів, зміни яких часто носять складний характер. У той же час розвиток судноплавних компаній вимагає тривалого часу і великих капіталовкладень. Тому при обґрунтуванні проектів розвитку судноплавних компаній, і в тому числі інноваційних проектів, разом з прагненням максимізації фінансових показників в короткостроковій перспективі, важливими також є питання, які пов'язані з довгостроковим плануванням розвитку флоту судноплавних компаній з урахуванням тенденцій зміни стану фрахтового ринку.

Широке коло проблем і методів підвищення ефективності функціонування судноплавних компаній розглянуто в роботах [89, 90, 108, 182, 315]. Аналізу життєвого циклу і моделюванню потоків грошових коштів в процесах планування проектів розвитку судноплавних компаній з позицій різних його учасників присвячені роботи [191, 192]. Обґрунтування критичної фрахтової ставки в проектах поповнення флоту представлено в [104]. Управління роботою флоту послідовними рейсами і значимість суден-костерів для розвитку торгового флоту України вивчено в роботах [93, 95, 96]. Дослідженню ринкових ризиків і заходів щодо їх зниження в сучасному

судноплавному бізнесі присвячені роботи [76, 95, 168]. Питання обґрунтування стратегій експлуатації та заміни обладнання з урахуванням факторів невизначеності вивчені в роботах [102, 293, 294, 297, 298]. Розробка моделі забезпечення процесу управління укладанням фрахтових угод і дослідження впливу умов пропозицій на успішне укладання цих угод представлені в публікаціях [331, 332]. Розвиток судноплавних компаній за допомогою мультипроекту досліджено в статті [296]. Питання, які пов'язані з дослідженням життєвого циклу проекту лізингу морського судна і управлінням цінністю лізингових проектів, розглянуті в [19, 20].

Зазвичай при оцінці ефективності використання судна в розрахунках використовуються усереднені на деякому часовому проміжку значення факторів, що впливають на роботу судна. Однак, внаслідок того, що на даному проміжку часу значення ряду показників можуть істотно змінюватися, такий підхід є неточним [36, 81, 145, 147, 314]. Метою даного підрозділу є розробка методу оцінки значень показників ефективності експлуатації суден, що використовуються в трампових перевезеннях, з урахуванням тенденцій зміни кон'юнктури фрахтового ринку і цін на паливо.

На практиці часто доводиться використовувати прогнози тенденцій змінення фрахтових ставок і цін на паливо, які описуються не дискретними наборами значень, а неперервними кривими, які отримані на підставі регресійного аналізу або експертних оцінок. Тому в даному підрозділі запропоновано неперервну модель оцінки майбутніх значень показників ефективності використання суден, що дозволяє робити оптимальний вибір проекту придбання та використання судна для поповнення флоту судноплавної компанії з урахуванням динаміки майбутніх змін фрахтових ставок і цін на паливо.

Дослідимо ефективність використання суден-балкерів, що працюють в трампових перевезеннях. Для цього оцінимо значення тайм-чартерного еквівалента. Оскільки *TCE* залежить від значень фрахтових ставок і цін на паливо, які з плином часу можуть істотно змінюватися, то в різні моменти часу

t значення TCE для даного судна і даного напрямку перевезень можуть теж значно змінюватися. Тому природно розглядати функцію змінення значень тайм-чартерного еквівалента $TCE(t)$ в залежності від моменту часу t початку рейсу. Значення тайм-чартерного еквівалента за рейс для заданого напрямку перевезень в момент часу t визначається формулою

$$TCE(t) = \frac{F(t) - C_{var}(t)}{t_v}, \quad (5.13)$$

де $F(t)$ – функція змінення величини фрахту з плином часу t , дол.;

$C_{var}(t)$ – функція змінних витрат за рейс з плином часу t , дол.;

t_v – загальний час рейсу, діб.

Загальний час рейсу дорівнює

$$t_v = t_n + t_b, \quad (5.14)$$

де t_n – загальний ходовий час, діб;

t_b – стоянковий час, діб.

Загальний ходовий час знаходиться за формулою

$$t_n = t_n^d + t_n^r, \quad (5.15)$$

де t_n^d – ходовий час в прямому напрямку, діб;

t_n^r – ходовий час у зворотному напрямку, діб.

У свою чергу, ходовий час в прямому і зворотному напрямку визначаються формулами

$$t_n^d = \frac{L - L_{restr}}{24 \cdot v_d} + \frac{L_{restr}}{24 \cdot v_{restr}}, \quad (5.16)$$

$$t_n^r = \frac{L - L_{restr}}{24 \cdot v_r} + \frac{L_{restr}}{24 \cdot v_{restr}}, \quad (5.17)$$

де L – відстань переходу в одну сторону, милі;

L_{restr} – довжина ділянки, на якій діють швидкісні обмеження (протоки і канали), милі;

v_d – швидкість судна в прямому напрямку, вузл.;

v_r – швидкість судна в зворотному напрямку, вузл.;

v_{restr} – швидкість судна при проходженні ділянки, на якій діють обмеження, вузл.

Величина фрахту дорівнює

$$F(t) = Q^d \cdot f^d(t) + Q^r \cdot f^r(t), \quad (5.18)$$

де Q^d – розрахункова кількість вантажу, який транспортується в прямому напрямку, т;

$f^d(t)$ – фрахтова ставка на перевезення вантажу в прямому напрямку в момент часу t , дол./т;

Q^r – розрахункова кількість вантажу, який транспортується у зворотному напрямку, т;

$f^r(t)$ – фрахтова ставка на перевезення вантажу в зворотному напрямку, дол./т.

Змінні витрати за рейс розраховуються за формулою

$$C_{var}(t) = C_{bunk}(t) + C_{af}(t) + C_{pd}, \quad (5.19)$$

де $C_{bunk}(t)$ – функція загальних витрат на бункер за рейс, дол.;

$C_{af}(t)$ – розмір комісії, дол.;

$C_{pd}(t)$ – загальні портові збори за рейс, дол.

Загальні витрати на бункер за рейс в момент часу t дорівнюють

$$C_{bunk}(t) = C^{hf}(t) + C^{lf}(t), \quad (5.20)$$

де $C^{hf}(t)$ – витрати на важке паливо (IFO 380), дол.;

$C^{lf}(t)$ – витрати на дизельне паливо (MDO), дол.

Витрати на важке і дизельне паливо розраховуються як

$$C^{hf}(t) = 1,01 \cdot p^{hf}(t) \cdot (t_n \cdot q_n^{hf} + t_b \cdot q_b^{hf}), \quad (5.21)$$

$$C^{lf}(t) = 1,01 \cdot p^{lf}(t) \cdot (t_n \cdot q_n^{lf} + t_b \cdot q_b^{lf}), \quad (5.22)$$

де 1,01 – постійний коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні матеріали;

q_b^{hf} – норма витрат важкого палива на стоянці, т/добу;

q_n^{hf} – норма витрат важкого палива на ходу, т/добу;

q_b^{lf} – норма витрат дизельного палива на стоянці, т/ добу;

q_n^{lf} – норма витрат дизельного палива на ходу, т/ добу;

$p^{hf}(t)$ – ціна важкого палива за тонну (IFO) в момент часу t , дол./т;

$p^{lf}(t)$ – ціна дизельного палива за тонну (MDO) в момент часу t , дол./т.

Для даного судна, використовуючи формули (5.13) – (5.22), можна оцінити значення $TCE_k(t)$, ($k=1, \dots, n$), що розраховані для моменту часу t по n основним напрямкам, на яких планується використовувати це судно. На підставі цих значень можна розрахувати середньозважене значення показника тайм-чартерного еквівалента $\overline{TCE}(t)$, використовуючи формулу

$$\overline{TCE}(t) = \frac{\sum_{k=1}^n (F_k(t) - C_{var\ k}(t))}{\sum_{k=1}^n t_{v\ k}}, \quad (5.23)$$

де $F_k(t)$ – функція змінення величини фрахту з плином часу t на k -му напрямку, дол.;

$C_{var\ k}(t)$ – функція змінних витрат за рейс з плином часу t на k -му напрямку, дол.;

$t_{v\ k}$ – загальний час рейсу на k -му напрямку, дїб.

Інтенсивність потоку грошових коштів $CF(t)$ будемо розраховувати за формулою

$$CF(t) = \overline{TCE}(t) - c^{fixed}, \quad (5.24)$$

де c^{fixed} – середній добовий норматив постійних витрат по судну, дол./добу.

Значення NPV проекту придбання та використання судна знаходиться за формулою

$$NPV = \int_0^T CF(t) \cdot e^{-\frac{pt}{100}} dt + PV(I_{sale}) - I_{acq}, \quad (5.25)$$

де I_{acq} – вартість покупки судна, дол.;

I_{sale} – прогнозована вартість продажу судна після його експлуатації протягом T років, дол.;

p – річна процентна ставка при неперервному накопиченні відсотків.

Сучасне значення прогнозованої вартості продажу судна дорівнює

$$PV(I_{sale}) = I_{sale} \cdot e^{-\frac{pT}{100}}. \quad (5.26)$$

Внутрішня норма прибутковості (Internal Rate of Return, або *IRR*) [101] знаходиться з рівняння

$$\int_0^T CF(t) \cdot e^{-\frac{pt}{100}} dt = I_{acq} - I_{sale} \cdot e^{-\frac{pT}{100}}. \quad (5.27)$$

Для подальшого вивчення розглянемо три альтернативні проекти придбання суден-балкерів для перевезення зернових вантажів в басейнах Чорного і Середземного морів. Характеристики суден представлені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Характеристики суден

	Судно 1	Судно 2	Судно 3
Тип судна	балкер	балкер	балкер
Рік будівництва	2015	2010	2007
Дедвейт, т	16100	18800	21200
Осідання, м	8,5	9,1	9,6
Чиста вантажопідйомність, т	14500	16600	19000
Вантажомісткість (W), м ³	26200	27100	28000
GRT, рег.т	10180	12100	13700
NRT, рег.т	5600	6400	7200
Довжина, м	137,0	151,3	167,5
Ширина, м	23	23	23
Висота борту, м	11,4	12,2	12,8
Максимальна швидкість з вантажем / порожнем, вузл.	14 / 14,5	12 / 13	13,5 / 14
Ціна покупки судна, млн. дол.	13,50	10,80	14,20
Ціна продажу судна після використання, млн. дол.	10,60	7,65	11,20

Прогноз змін вартості палива представлено на рис. 5.4. Були розглянуті три напрямки перевезення зерна з українських портів до країн Середземномор'я зі зворотним переходом в баласті. Графіки функцій змінення прогнозованих значень фрахтових ставок з плином часу для розглянутих

напрямків перевезень представлені на рис. 5.5. Планована тривалість життєвого циклу проектів придбання та використання складає $T=5$ років. Річна процентна ставка при неперервному накопиченні відсотків взята рівною $p=10\%$. Розрахунки за формулами (5.13)–(5.27) реалізовані в середовищі математичних обчислень Matlab [101]. На рис. 5.6 представлені графіки змінення значень \overline{TCE} . Значення NPV для розглянутих проектів придбання суден і середні значення \overline{TCE}_{av} представлені в табл. 5.6, де

$$\overline{TCE}_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T \overline{TCE}(t) dt. \quad (5.28)$$

Як видно з рис. 5.6, динаміка значень $\overline{TCE}(t)$ схильна до істотних коливань, які пояснюються волатильністю значень фрахтових ставок і цін на паливо. Залежності значень NPV від річної відсоткової ставки для розглядуваних проектів представлені на рис. 5.7.

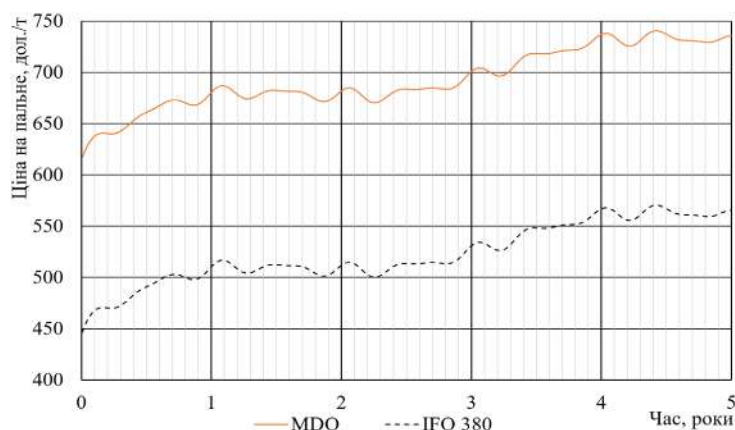


Рисунок 5.4 – Прогноз динаміки цін на паливе MDO і IFO 380

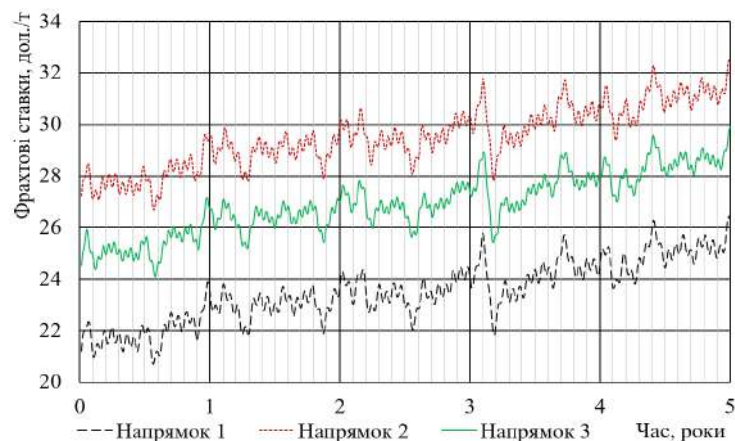


Рисунок 5.5 – Прогноз динаміки фрахтових ставок

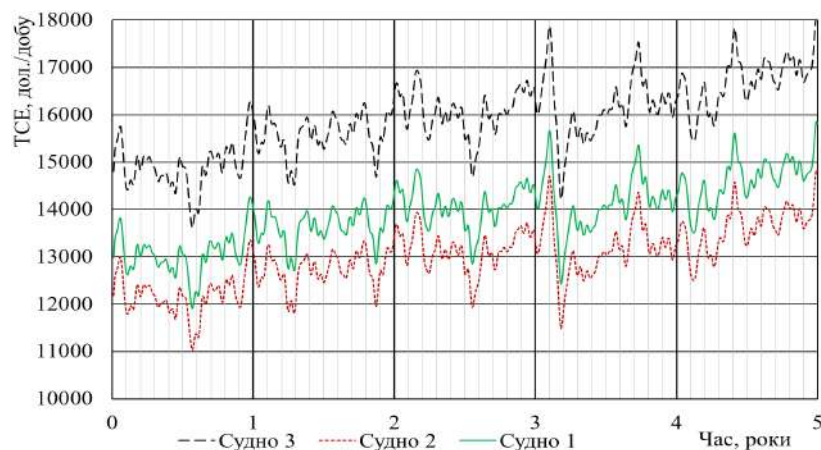


Рисунок 5.6 – Динаміка значень $\overline{TCE}(t)$ для розглядуваних суден

Таблиця 5.6 – Показники ефективності проектів придбання і використання суден з урахуванням динаміки фрахтових ставок і цін на паливе

Судна	\overline{TCE}_{av} , дол./добу	NPV , дол.	IRR , %
Судно 1	13906	3163846	0,18
Судно 2	12969	1878459	0,16
Судно 3	15886	5079004	0,20

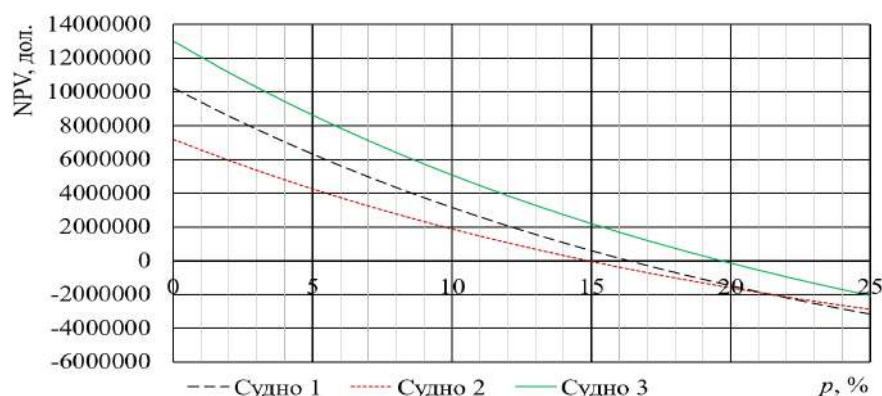


Рисунок 5.7 – Залежність NPV проектів придбання і використання суден від річної відсоткової ставки

З табл. 5.6 видно, що Судно 3 має значення \overline{TCE}_{av} , IRR та NPV найбільші в порівнянні з іншими суднами.

5.3. Оцінка ефективності проектів придбання та використання неспеціалізованих суден з урахуванням змін структури вантажопотоку

Метою даного підрозділу є розвинення методу обґрунтування вибору проектів придбання та використання суден, зважаючи на можливість їх

експлуатації для перевезень негабаритних вантажів та роботи на уповільнених швидкостях.

Велике значення для розвитку судноплавних компаній має своєчасна реалізація проектів поповнення флоту такими суднами, які здатні працювати максимально ефективно і гнучко в умовах жорсткої конкуренції і нерівномірної структури вантажопотоків. В даний час Україна експортує значні обсяги навалювальних вантажів в регіон Південно-Східної Азії, і в майбутньому ці обсяги мають збільшуватися. У той же час регіон Південно-Східної Азії є одним з основних світових експортерів проектних вантажів в усі регіони світу. Тому виникає потреба в розробці методів обґрунтування вибору проектів придбання та використання суден, які можуть бути ефективно використані для перевезення навалювальних вантажів з країн Середземного та Чорного морів в порти регіону Південно-Східної Азії, а також для перевезення великовагових і негабаритних вантажів в зворотному напрямку.

Перевезення проектних вантажів можна здійснювати на спеціалізованих суднах, які мають технічні характеристики, що максимально підходять для перевезення таких вантажів. Зазвичай операторами таких суден є компанії, які спеціалізуються на перевезеннях проектних вантажів. В більшості випадків судна рухаються за заздалегідь погодженим графіком, а на перевезення одиниці об'ємної ваги діють фіксовані ставки. Але, разом з тим, значна частина негабаритних та важких вантажів транспортується неспеціалізованими суднами-балекрами та контейнеровозами. Конструкція цих суден не є оптимальною для таких перевезень. В більшості випадків для того, щоб пристосувати неспеціалізовані судна для перевезення важких та негабаритних вантажів потрібні окремі дослідження, що спрямовані на оптимізацію розміщення та кріплення вантажу, оцінку морехідних характеристик та безпеки експлуатації суден. В деяких випадках може бути потрібним обґрунтування додаткових заходів, які спрямовані на переоснащення або модернізацію палубних споруд та пристроїв і укріплення судових конструкцій. Зазвичай такі заходи пов'язані з додатковими

витратами та затримками. Але, незважаючи на це, в ряді випадків саме застосування неспеціалізованих суден є більш доцільним з економічної точки зору, ніж використання спеціалізованих. Отже, актуальним напрямом досліджень є розробка та розвинення методів підвищення ефективності морських перевезень на напрямках, де структура вантажопотоків є неоднорідною.

Дослідженню широкого кола проблем, що пов'язані з організацією морських перевезень, плануванням розвитку судноплавних компаній та економічним обґрунтуванням при проектуванні морських вантажних суден, присвячені роботи [11, 196]. Роботи [98, 199, 295] присвячені дослідженню шляхів підвищення ефективності операційної фази проектів поповнення флоту судноплавних компаній з урахуванням можливості експлуатації суден на малих швидкостях. Стаття [156] присвячена питанням безпеки процесу перевезення негабаритних вантажів морським транспортом. Вивченню проблем, що пов'язані з організацією перевезень негабаритних вантажів в Україні, присвячено статтю [155]. Тенденції розвитку світового ринку перевезень важких та негабаритних вантажів вивчені в роботі [3].

Хоча в даний час неспеціалізовані судна широко використовуються на практиці для перевезень проектних вантажів, наукові методи оцінки ефективності таких перевезень та обґрунтування оптимального вибору типу суден залишаються розробленими недостатньо. При перевезенні негабаритних вантажів є ряд обмежень, що обумовлені техніко-експлуатаційними характеристиками суден та властивостями вантажів. Можливість ефективного використання неспеціалізованих суден для перевезень проектних вантажів обумовлена такими факторами як розміри та конструкція люків, розміри та форма трюмів, розміри палуби, наявність суднових перевантажувальних засобів, наявність на палубі надбудов, що можуть заважати розміщенню вантажів, максимально дозволене навантаження на палубу, необхідність заходів, що спрямовані на укріплення палуби та кріплення вантажу, вплив розташованого на палубі вантажу на мореплавні властивості судна та безпеку

судноплавства, та інші. Разом з тим, значна частина проектних вантажів транспортується саме неспеціалізованими суднами. Широке коло питань, що пов'язані з технологічними та економічними аспектами перевезень важких та негабаритних вантажів, розглянуто в роботах [4, 171, 203]. В роботі [3] аналізується світовий ринок важких та негабаритних вантажів і вивчаються тенденції його розвитку. В статті [155] виконано аналіз сучасного стану досліджень в області організації та вдосконалення перевезень негабаритних вантажів та розглянуто перспективи подальших досліджень з розробки сучасних моделей управління перевезеннями негабаритних вантажів в Україну за участю річкового та морського транспорту. Стаття [156] присвячена питанням безпеки процесу перевезення негабаритних вантажів морським транспортом і, зокрема, в якості палубного вантажу на сучасних морських суднах.

Також одним з можливих заходів щодо підвищення економічної ефективності морських перевезень є сповільнення руху суден. Зниження швидкості ходу дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати судна. Однак, при виборі економічно доцільної швидкості судна слід враховувати, що надмірне зниження швидкості може призвести до суттєвого зменшення кількості рейсів за рік і, як наслідок, до зменшення річних доходів. Тому при обґрунтуванні проектів придбання суден для використання в умовах заданого вантажопотоку варто враховувати можливість оптимізації швидкості руху суден, коли буде забезпечуватися баланс між економією палива та доходом від експлуатації судна.

Дослідження питань залежності витрат палива від швидкості руху суден і методів вибору оптимальної експлуатаційної швидкості проводилися в роботах [21, 47, 74, 182, 184, 218]. Розробці методів обґрунтування оптимальної швидкості руху суден-контейнеровозів присвячено роботи [2, 106, 371]. У статті [218] проведено аналіз швидкісних режимів судна і обґрунтовано вибір швидкості судна з урахуванням інтересів судовласника і вантажовласника. Питання вибору оптимальної експлуатаційної швидкості

суден при оперативній фрахтовій діяльності розглянуті в роботах [182, 184]. В роботі [74] викладено методи дослідження техніко-економічних показників роботи суден. Визначенню оптимальної експлуатаційної швидкості суден присвячені роботи [46, 62, 98, 106, 295, 326]. Питанням вибору судна для тайм-чартерної оренди і критеріям ефективності його фрахтування, ідентифікації впливу умов оферти на успішність укладання фрахтової угоди та визначенню варіантів експлуатації суден присвячені роботи [109, 167, 188].

Основні принципи сучасних технологій транспортування, розміщення і кріплення негабаритних проектних вантажів викладено в [358]. В [336] розглядаються питання, що пов'язані з вибором і оцінкою маршрутів перевезення проектних вантажів. Тенденції зміни ринку морських перевезень та шляхи підвищення ефективності роботи флоту в умовах мінливого ринку вантажних перевезень досліджені в [266, 289, 303, 320]. Зв'язок між вартістю судна, чистим прибутком і прибутком від володіння суднами-балкерами досліджено в [320]. В роботі [303] вивчені наслідки кризи на ринку масових перевезень і оцінені характеристики волатильності для конкретних типів суден. В [289] запропоновано модель, що заснована на застосуванні теорії ігор, для вивчення надлишкових потужностей і обґрунтування стратегій поведінки морських перевізників щодо надлишкових потужностей на конкурентному ринку. Це дослідження пояснює стійко низькі фрахтові ставки в судноплаванні і вказує на можливі стратегії для зацікавлених сторін в судноплавній галузі по підтримці надійності глобальної логістичної системи в морських перевезеннях. У статті [248] представлено аналіз потенційного прибутку суховантажних суден з урахуванням їх технічних характеристик.

У роботах [297, 331, 336] розроблена модель для забезпечення процесу управління укладанням угод фрахтування, а також обґрунтування вибору оптимальних способів доставки вантажів і способів комерційного оформлення угод. В роботі [336] запропоновано алгоритм оцінки вантажоперевезень проектних вантажів, що дозволяє вибрати оптимальний з точки зору витрат і часу маршрут перевезення. Цей алгоритм дозволяє оцінювати процеси

перевезення великовагових і негабаритних вантажів, порівнюючи різні види транспорту, сегменти маршруту вантажоперевезення і технології обробки вантажів. В роботі [297] запропонована імітаційна модель, що дозволяє оптимізувати схему доставки вантажів в умовах невизначеності.

Питання обґрунтування оптимальних умов купівлі-продажу суден та іншого обладнання з урахуванням фактору невизначеності розглянуті в [225, 261, 291, 294, 315]. Реалізація торгових стратегій, що засновані на поєднанні технічних правил торгівлі та аналізу ринку купівлі-продажу навалювальних вантажів, досліджена в [225]. Проблема оптимального часу виходу на ринок в судноплавній галузі вивчена в [238, 291, 319]. В [293] досліджені питання обґрунтування проектів придбання суден і портової вантажно-розвантажувальної техніки з урахуванням рівня їх фізичного та морального зносу. Роботи [257, 300, 368, 369, 372] присвячені вивченню залежності показників ефективності роботи суден від їх швидкості. В [368] досліджено ефективність методів зниження витрат палива при підтримці певного рівня експлуатації з урахуванням високої вартості бункерування і пов'язаних з цим шкідливих викидів під час транспортування. Рентабельність зниження швидкості і витрат палива для морських балкерів вивчена в [257]. Дослідження оптимальної швидкості контейнеровозів на кожній ділянці маршруту для кожного судна в мережі лінійного судноплавства з урахуванням маршрутів перевалки запропоновано в [369]. У роботах [295, 300] досліджено зв'язок між вартістю бункерування, середнім часом доставки вантажу і рентабельністю експлуатації судна.

Аналіз публікацій показує, що великий практичний інтерес представляють дослідження, які спрямовані на розробку методів обґрунтування вибору проектів придбання та використання суден, що дозволяють врахувати специфічні особливості структури вантажопотоку та інші особливості експлуатації суден з метою підвищення ефективності проектів розвитку судноплавних компаній [313].

Розглянемо динаміку змін значень TCE для судна-балкера дедвейтом 40 тис. т. На рис. 5.8 представлено графік змінення значень фрахтових ставок на перевезення зернових вантажів з України в Китай для партії 35–40 тис. т. Змінення значень ставок люмпсум на перевезення негабаритних вантажів на судні-балкері дедвейтом 40 тис. т. представлені на рис. 5.9.

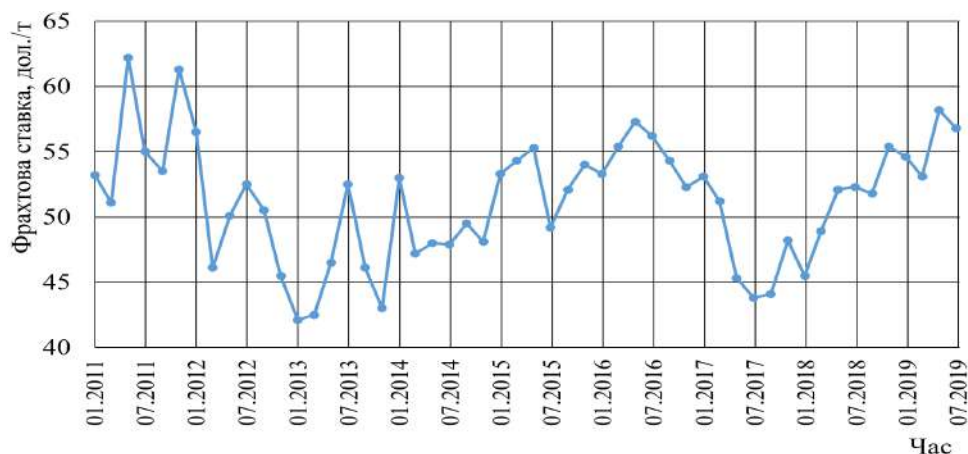


Рисунок 5.8 – Ставка фрахту на експорт зерна з України в Китай

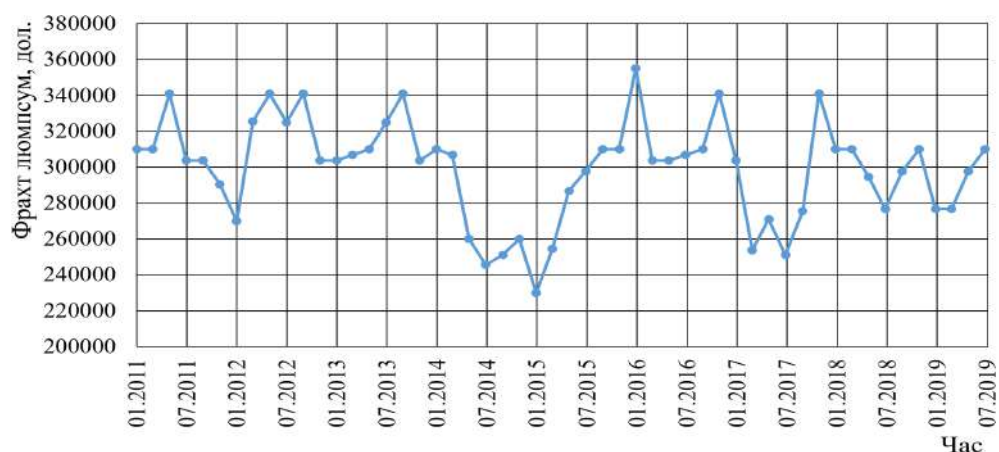


Рисунок 5.9 – Ставка фрахту люмпсум на експорт проектних вантажів з Китаю в Україну (балкер дедвейтом 40 тис. т.)

На рис. 5.10 представлено графік змінення значень тайм-чартерного еквівалента, які розраховано за формулою (5.13) за умови, що значення фрахтових ставок на перевезення зерна з України в Китай змінюються відповідно до графіка, який зображено на рис. 5.8, а ставки люмпсум для проектних вантажів, що перевозяться в зворотному напрямку, змінюються відповідно до графіка, що представлений на рис. 5.9. При цьому передбачається, що круговий рейс триває 67 діб, а змінні витрати за круговий рейс становлять 21 тис. дол.

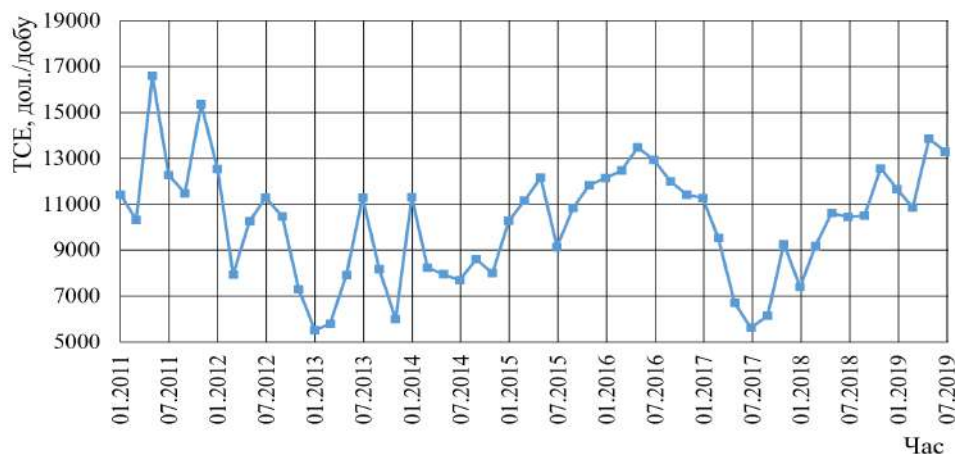


Рисунок 5.10 – Значення тайм-чартерного еквівалента

Порівняння графіків, які демонструють змінення значень тайм-чартерного еквівалента та ринкової ставки тайм-чартеру для судна-балкера дедвейтом 40 тис. т. представлено на рис. 5.11.

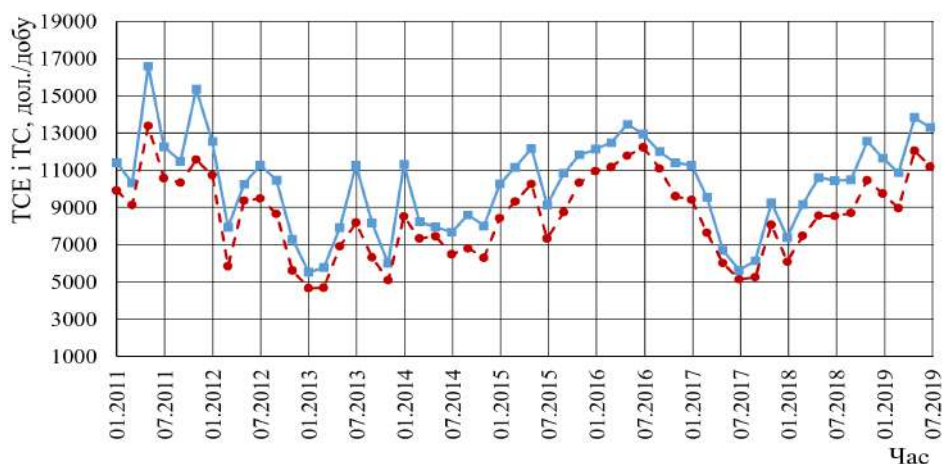


Рисунок 5.11 – Порівняння значень тайм-чартерного еквівалента та ставки тайм-чартеру

З рис. 5.11 видно, що при використанні судна-балкера для перевезення проектних вантажів з регіону Південно-Східної Азії в район Чорного моря значення тайм-чартерного еквівалента в середньому перевищує значення ринкової фрахтової ставки на 1600 тис. дол./добу. При цьому мінімальне значення різниці між значенням тайм-чартерного еквівалента і ставкою тайм-чартеру становить 500 дол./добу, максимальне значення становить 3800 дол./добу, а медіанне значення – 1750 дол./добу. Разом з тим значення 90% процентиля різниці між значенням тайм-чартерного еквівалента і ставкою тайм-чартеру складає 2100 дол./добу, а значення 10% процентиля становить 900 дол./добу. Це свідчить про те, що більшу частину часу (80% всього часу

спостереження) значення тайм-чартерного еквівалента більш ніж на 900 дол./добу перевищує ринкове значення фрахтової ставки.

Крім того, з рис. 5.11 можна помітити наявність зв'язку між значеннями тайм-чартерного еквівалента і ставкою тайм-чартеру, про що також свідчить діаграма розкиду, яка представлена на рис. 5.12 і те, що коефіцієнт кореляції Пірсона між значеннями тайм-чартерного еквівалента і ставкою тайм-чартеру дорівнює 0,97.

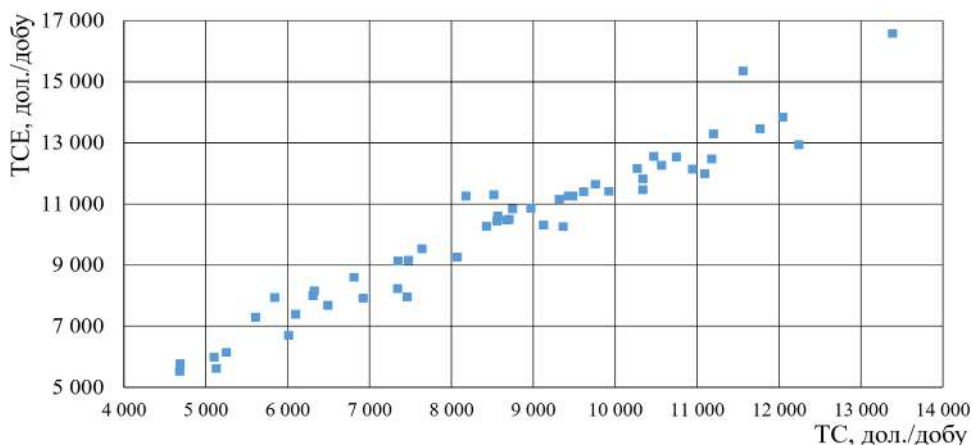


Рисунок 5.12 – Діаграма розкиду значень тайм-чартерного еквівалента і фрахтових ставок

Спостерігаючи графіки, що представлені на рис. 5.11, може здатися, що відмінність між значеннями тайм-чартерного еквівалента і фрахтових ставок збільшується при поліпшенні кон'юнктури фрахтового ринку і стає менше, коли фрахтові ставки зменшуються. Однак ця гіпотеза не знаходить підтвердження, про що свідчить діаграма розкиду, яка представлена на рис. 5.13 і те, що коефіцієнт кореляції Пірсона між значеннями фрахтових ставок і різницями між значеннями тайм-чартерного еквівалента і значеннями фрахтових ставок становить всього 0,38. Аналіз даних показав, що і на піку фрахтового ринку, і в умовах, коли фрахтовий ринок відчуває спад, для деяких типів неспеціалізованих суховантажних суден значення тайм-чартерного еквівалента відчутно перевищує ринкові значення фрахтових ставок за умови, що судна можуть також залучатися і для перевезень проектних вантажів [150, 313]. Тому великий практичний інтерес мають дослідження, які спрямовані на розробку більш точних методів оцінки ефективності експлуатації суден і

обґрунтування оптимального вибору проектів придбання неспеціалізованих суден з урахуванням можливості їх використання, в тому числі і для перевезення проектних вантажів [307].

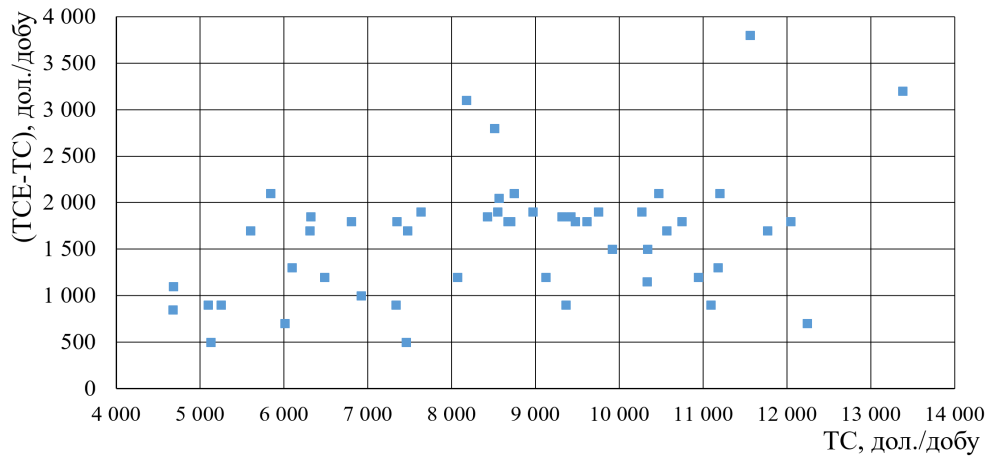


Рисунок 5.13 – Діаграма розкиду значень фрахтових ставок і різниць між тайм-чартерними еквівалентами і фрахтовими ставками

Далі в цьому підрозділі викладено метод обґрунтування вибору проекту поповнення флоту судноплавної компанії з урахуванням можливості використання суден для перевезень різних типів вантажів та руху на уповільнених швидкостях.

Оцінимо ефективність експлуатації судна в ситуації, коли в прямому напрямку (з України) судно перевозить навалювальні вантажі, а в зворотному напрямку (з Південно-Східної Азії) – негабаритні проектні вантажі. При дослідженні доцільності фрахтування судна в тайм-чартер будемо обчислювати значення TCE_{av} для судна по декількох основних напрямках та порівняємо їх з ринковими ставками тайм-чартеру для суден такого типу [148, 150]. Загальна тривалість кругового рейсу, до якої входить тривалість ходової та стоянкової складових на k -му напрямку перевезень, дорівнює

$$\begin{aligned}
 t_k^v = & \frac{(L_k - L_k^{res})}{v_k' \cdot 24} + \frac{L_k^{res}}{v_k^{res} \cdot 24} + \frac{(L_k - L_k^{res})}{v_k'' \cdot 24} + \frac{L_k^{res}}{v_k^{res} \cdot 24} + \\
 & + \frac{Q_k'}{M_{load\ k}'} + \frac{Q_k'}{M_{unload\ k}'} + t_{load\ k}'' + t_{unload\ k}'', \quad (5.29)
 \end{aligned}$$

де $t_{load\ k}''$ – час навантаження проектного вантажу, що перевозиться в зворотному напрямку, діб;

$t''_{unload\ k}$ – час вивантаження проектного вантажу, що перевозиться в зворотному напрямку, діб;

решта параметрів має такий самий зміст, як в (5.2).

Величина фрахту за круговий рейс на k -му напрямку перевезень дорівнює [148]

$$F_k = Q'_k \cdot f'_k + F''_k, \quad (5.30)$$

де F''_k – фрахт за перевезення проектного вантажу в зворотному напрямку, дол./т.

Щоб порівняти ефективність проектів придбання і використання суден зі значно різними дедвейтами і ринковими вартостями, разом з NPV також розглянемо індекс прибутковості (PI , Profitability Index) [277]. Цей індекс розраховується як відношення всіх дисконтованих грошових потоків до початкових витрат на придбання судна [305]:

$$PI = \frac{I_{sale}}{(1 + p/100)^T} + \frac{\sum_{i=1}^T \frac{F_i - R_i^{var} - R_i^{perm} - R_i^{loan}}{(1 + p/100)^i}}{I_0^{own}}. \quad (5.31)$$

Для подальшого аналізу розглянемо декілька проектів поповнення флоту судноплавної компанії за рахунок придбання різних типів суден і оцінимо ефективність цих проектів за умови, що в одному напрямку ці судна будуть перевозити насипні вантажі, а в зворотному – проектні вантажі. Основні дані щодо суден представлені в табл. 5.7 [366].

Таблиця 5.7 – Характеристики суден-претендентів

	Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
Тип судна	general cargo ship	dry cargo ship	bulk carrier	bulk carrier	mpp/ heavy lift carrier
Рік побудови	2006	2009	2003	2007	2011
Дедвейт, т	6500	16800	28611	35000	32134
Осідання, м	6,20	8,25	9,77	9,70	11,20
Чиста вантажопідйомність (D_c), т	6200	16000	27800	34151	31200
Вантажомісткість судна (W), м ³	8285	21648	35762	44183	39509

Нетто реєстровий тоннаж (NRT), рег.т	2303	5507	10098	11251	10570
Довжина, м	118,60	148,00	169,26	193,84	193,90
Ширина, м	16,20	23,00	27,20	27,60	28,20
Висота борту, м	7,80	11,80	13,60	15,80	15,60
Кількість та розміри люків	3 25,2 x12,6	4 16,4 x17,0	5 13,5 x16,0 19,18 x17,6	5 18,8 x18,2 21,0 x18,0	8 / 12,64x15,4 25,28x12,8(2) 37,9x12,8(2) 31,6x12,8(2) 12,6x24,1
Паспортна швидкість з вантажем, вузл.	13,0	11,0	12,0	13,0	15,5
Витрати основного пального під час руху, дол./добу	6,0	8,2	13,0	19,0	35,5
Витрати дизельного пального під час руху, дол./добу	1,1	1,5	0,1	0,2	1,5
Витрати основного пального на стоянці, дол./добу	0,0	0,0	2,5	2,5	3,0
Витрати дизельного пального на стоянці, дол./добу	1,0	1,5	0,1	0,2	0,5
Ціна купівлі судна, тис. дол.	4000	8000	9500	11000	15800
Ціна продажу судна, тис. дол.	2300	6300	6100	7500	8100
Постійні витрати (R _{пост}), дол./добу	1100	1400	1700	1900	2500

Розглянемо наступні напрямки перевезень: Шанхай-Одеса, Гуанчжоу-Південний і Циндао-Чорноморськ. Типи проектних і навалювальних вантажів, які планується перевозити з портів Китаю, наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Типи проектних вантажів, що плануються до перевезення на розглянутих напрямках

Напрямок перевезень	Код вантажу	Тип і габарити вантажу	Вага
Шанхай - Одеса	B1	Негабаритний, максимальна довжина від 50 до 70 м	Легкий
Гуанчжоу-Південний	B2	Негабаритний, максимальна довжина від 30 до 50 м	Важкий
Циндао-Чорноморськ	B3	Штучні вантажі (включаючи обладнання та техніку)	Змішаний

Судно1 – призначене для перевезень генеральних вантажів. Такі судна можуть використовуватися як для насипних, так і для генеральних вантажів, і досить зручні для перевезення довгомірних негабаритних вантажів типу В1, де довжина одиниць може досягати 70 м при палубному навантаженні. Крім того, на Судно1 можна завантажувати вантажі типу В3, такі як обладнання та механізми з габаритами довжиною до 25 м і шириною до 12 м, а також партії вантажу, що включають 20 і 40-футові контейнери. Судна цього типу мають достатній отвір люка для прийому вантажів максимальною довжиною до 20 м. Наявність широких люкових отворів дозволяє зручно закріпити вантаж як на палубі, так і в підпалубному просторі, тому така конструкція судна допускає різні варіанти розміщення і кріплення проектних вантажів різних типів. Однак судна такого типу, як Судно1, не дозволяють перевозити вантажі з надмірною вагою або великовагові вантажні одиниці, в тому числі в складі вантажних партій. Друга важлива особливість – це відсутність на борту вантажно-розвантажувального обладнання. Судно 2 – це суховантажне судно з трюмами коробчастої форми, яке оснащено палубними кранами достатньої вантажопідйомності для перевезення широкого спектру вантажів, включаючи великовагові і негабаритні вантажі. Як і більшість суден цього типу, Судно 2 має палубні крани, які зручно розташовані вздовж борту судна і дозволяють піднімати до 40 т вантажу типу В2 одним краном і до 70 т при парній роботі. Крім того, в трюми Судна 2 можна завантажувати вантажі типу В3 довжиною до 17 м, а вантаж групи В1 розміщувати на палубах. Судно 3 і Судно 4 є балкерами типу Handysize і Handymax відповідно. Вони мають схожі характеристики і відрізняються тільки вантажопідйомністю. Такі судна можуть використовуватися для перевезення вантажів типів В2 і В3. Серед обмежень може бути вага вантажних одиниць і міцність верхньої палуби, цистерн, або кришок люків. Більшість суден типу 3 і 4 мають вантажно-розвантажувальне обладнання. Наявність палубних стійок і надбудов, які розташовані на головній палубі, можуть заважати розміщенню негабаритних вантажів з максимальним розміром в довжину більше 18 м. Оптимізована

схема розміщення вантажів на палубі для Судна 3 і Судна 4 може бути аналогічна тієї, що використовується для Судна 1 і Судна 2 (рис. 5.14), але за умови, що довжина вільного простору між конструкціями палуби буде це дозволяти.

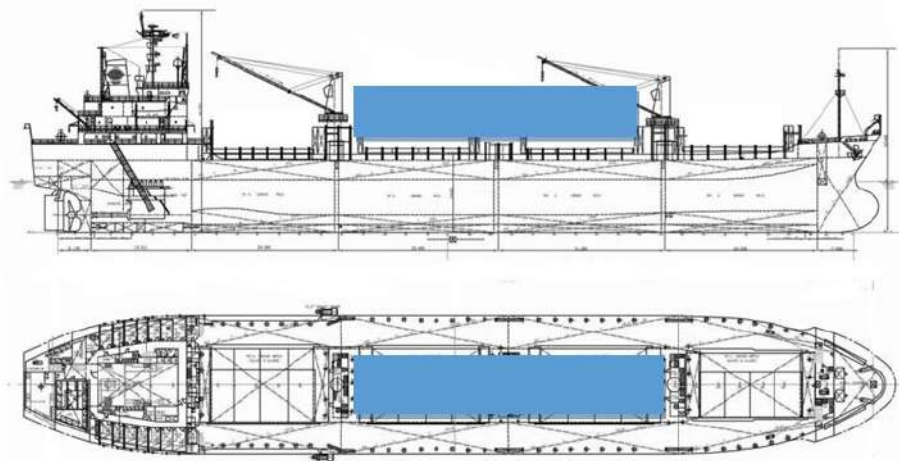


Рисунок 5.14 – Завантаження вантажу типу В2 на палубу Судна2

Що стосується вантажу типу В2, то слід зазначити, що його розміщення ускладнюється розташуванням кранів по середній лінії судна. Отже, розміри кришки люка будуть обмежуючим фактором для передбачуваних вантажних одиниць щодо їх довжини. Однак цю проблему можна вирішити, побудувавши платформи, що дозволять підняти вантажну одиницю над рівнем палубних конструкцій, які розташовані на поперечних палубах, і розміщувати на прилеглих до них кришках люків.

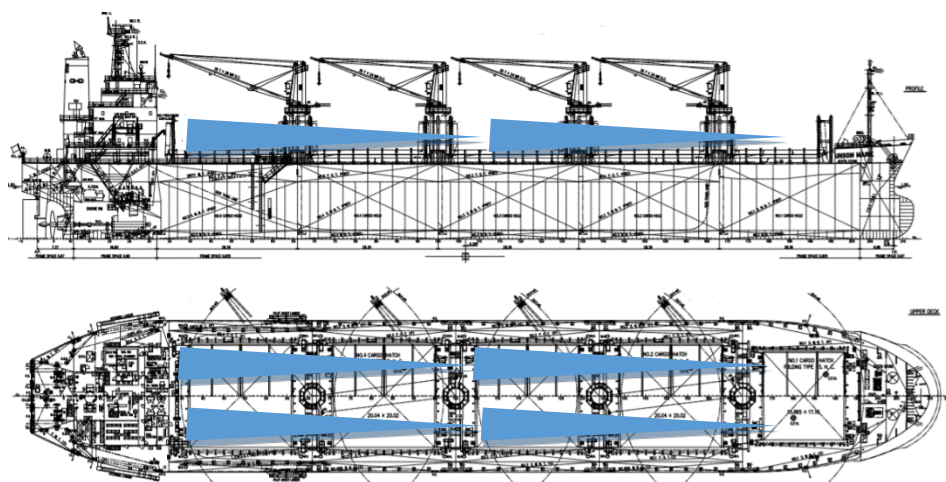


Рисунок 5.15 – Розміщення вантажу типу В1 на палубі Судна 4

Більшість суден типу Судно 4 мають трюми не квадратного перетину. Нижні бункери, що утворюють укосу, виконані як баластні і паливні баки з

подвійним дном. Похилі перебирання розташовані в нижній і верхній частинах трюмів. Вони обмежують повну місткість трюму і залишають тільки зону люка для розміщення насипних вантажів. Конструктивні елементи трюмів ускладнюють розміщення таких вантажів, як обладнання, контейнери та негабаритні одиниці, і вимагають додаткових заходів для кріплення вантажів, що збільшує час і витрати на завантаження судна. Судна типу Судно 4 і інші балкери дедвейтом понад 30 тис. т. зазвичай неефективні для перевезення негабаритних вантажів через те, що розміри люків не дозволяють перевозити більшість негабаритних вантажів в трюмах, і навіть при укладанні вантажу на палубі, судно залишається істотно недовантаженим. Багатоцільове Судно 5 – є спеціалізованим судном для перевезення широкого спектру вантажів, в тому числі контейнерних, негабаритних і великовагових вантажів. Судно 5 має ряд істотних переваг, серед яких наявність двох кранів великої вантажопідйомності – до 350 т кожен, що забезпечують тандемну вантажопідйомність до 700 т. Особлива конструкція палубних вантажних площ дозволяє судну перевозити всі групи вантажів відповідно до вимог щодо розміщення. У таблиці 5.9 наведені значення часу вантажно-розвантажувальних операцій для зазначених суден з різними типами вантажів, які визначені характеристиками судна і варіантами перевезення вантажу.

Таблиця 5.9 – Середня норма часу навантаження і розвантаження суден з різними типами негабаритних проектних вантажів, включаючи час на кріплення вантажу (години).

	Типи проектних вантажів		
	B1	B2	B3
Судно 1	24 / 48	24 / 48	24 / 72
Судно 2	72 / 120	96 / 144	120 / 192
Судно 3	120 / 168	120 / 192	168 / 240
Судно 4	168 / 336	168 / 336	240 / 360
Судно 5	120 / 240	120 / 240	192 / 288

У таблиці 5.10 вказані фрахтові ставки люмпсум для розглянутих суден на зазначених напрямках. Як можна бачити з табл. 5.11, на зазначених напрямках перевезень Судно 5 має більше значення TCE_{av} (що складає 12489 дол./доб),

ніж решта суден. Але Судно 5 коштує значно більше, ніж інші судна-претенденти. Тому, незважаючи на те, що значення TCE_{av} для Судна 5 є значно більшим, ніж для решти суден, якщо враховувати всі грошові потоки, що пов'язані з придбанням та експлуатацією суден, виявляється, що значення NPV для проекту придбання Судна 5 поступається відповідним значенням для Судна 3 та Судна 2. В табл. 5.11 представлені розраховані за формулами (5.10)–(5.31) [305] значення TCE_{av} , NPV та PI для проектів придбання та використання суден за умови їх експлуатації на паспортних швидкостях.

Таблиця 5.10 – Фрахтові ставки люмпсум для розглянутих суден

	Фрахтові ставки люмпсум, тис. дол.		
	Шанхай - Одеса	Гуанчжоу- Южний	Циндао- Чорноморськ
Судно 1	263,6	257,8	269,5
Судно 2	438,7	427,7	449,6
Судно 3	539,3	523,5	555,2
Судно 4	555,3	539,0	571,6
Судно 5	1243,5	1206,9	1280,1

Таблиця 5.11 – Результати розрахунку TCE_{av} , NPV та PI при роботі суден на паспортних швидкостях

	TCE_{av} , дол./добу	NPV , тис. дол.	PI
Судно 1	3920	733,15	1,92
Судно 2	6382	1669,97	2,04
Судно 3	8117	1819,21	1,96
Судно 4	7853	521,97	1,24
Судно 5	12489	1039,02	1,33

Проект придбання Судна 4 виглядає найгіршим порівняно з іншими суднами, оскільки для нього значення NPV є найменшим, а проект придбання Судна 3 виглядає найбільш доцільним, тому що для нього значення NPV є найбільшим. Хоч максимальне значення NPV досягається для проекту придбання Судна 3, при цьому максимальна ефективність від інвестування спостерігається для Судна 2, оскільки PI є найвищим для проекту придбання саме цього судна (табл. 5.11). Всі результати, що наведені в табл. 5.11, були отримані за умови експлуатації суден на паспортних швидкостях. І перш, ніж робити остаточний висновок щодо придбання одного з розглядуваних суден,

доцільно провести додаткове дослідження проектів з огляду на можливість експлуатації суден на зменшених швидкостях. Ефективність експлуатації суден на зменшених швидкостях обумовлена тим, що залежність витрат пального від швидкості судна є нелінійною. Деякі автори [183, 199] пропонують вважати витрати пального приблизно пропорційними третьому ступеню швидкості руху судна. Але точний вигляд залежності витрат пального від швидкості руху судна може варіюватися в залежності від конструкції судна, типу двигуна та поточного стану корпусу. Для того, щоб оцінити те, як змінення швидкості руху буде впливати на показники ефективності експлуатації розглядуваних суден-претендентів, за допомогою регресійного аналізу оцінимо залежність витрат палива від експлуатаційної швидкості. В табл. 5.12 наведено фактичні дані про витрати основного пального в залежності від швидкості руху для всіх суден-претендентів.

Таблиця 5.12 – Фактичні дані витрат основного пального при різних швидкостях руху суден

Швидкість, вузли	Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
5,0	1,2	1,7	2,5	3,0	4,6
5,5	1,3	1,8	2,7	3,3	5,2
6,0	1,4	1,9	3,0	3,6	5,8
6,5	1,5	2,1	3,3	4,0	6,7
7,0	1,7	2,5	3,7	4,5	7,2
7,5	1,8	2,7	4,1	5,3	8,0
8,0	2,0	3,1	3,7	5,8	8,4
8,5	2,2	3,6	5,3	6,5	9,5
9,0	2,3	4,4	6,0	7,8	10,8
9,5	2,7	4,5	6,9	8,4	12,6
10,0	3,0	5,9	7,8	9,5	13,7
10,5	3,5	6,9	8,9	11,3	15,1
11,0	3,8	7,8	9,7	12,0	16,6
11,5	4,2	-	11,5	13,5	18,8
12,0	4,5	-	13,2	14,6	20,0
12,5	5,5	-	-	17,0	21,9
13,0	6,5	-	-	19,0	23,8
13,5	-	-	-	-	25,6
14,0	-	-	-	-	27,7
14,5	-	-	-	-	30,5
15,0	-	-	-	-	33,4
15,5	-	-	-	-	36,0

Результати побудови рівнянь ліній регресії, що описують залежність витрат пального від швидкості руху суден, представлені в таблиці 5.13. Залежності в табл. 5.13 були отримані з фактичних статистичних даних. Графіки цих ліній регресії наведені на рис. 5.16. Кружками позначені точки фактичних спостережень.

Таблиця 5.13 – Залежність витрат пального від швидкості руху суден

	Функція, що описує залежність витрат пального від швидкості судна	Значення коефіцієнта детермінації, R^2
Судно 1	$q_{sail}^{ifo}(v) = 0,0104v^3 - 0,1984v^2 + 1,5098v - 2,73$	0,9933
Судно 2	$q_{sail}^{ifo}(v) = 0,0182v^3 - 0,2519v^2 + 1,3982v - 1,2984$	0,9937
Судно 3	$q_{sail}^{ifo}(v) = 0,0126v^3 - 0,0984v^2 + 0,3016v + 1,9468$	0,9939
Судно 4	$q_{sail}^{ifo}(v) = 0,0091v^3 - 0,0343v^2 + 0,2488v + 1,4179$	0,9981
Судно 5	$q_{sail}^{ifo}(v) = 0,0042v^3 + 0,0877v^2 - 0,2659v + 3,2776$	0,9992

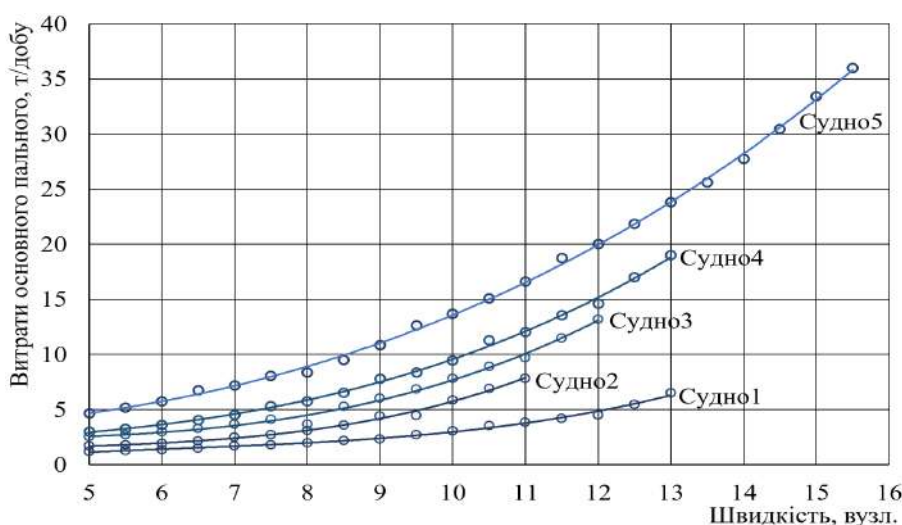


Рисунок 5.16 – Порівняння залежностей витрат основного пального від швидкості суден-претендентів

Дослідимо, як уповільнення швидкості руху впливатиме на показники ефективності експлуатації для зазначених вище суден. Якщо, проводячи розрахунки за формулами (5.25)–(5.31), брати не максимальну паспортну швидкість суден, а варіювати швидкістю, враховуючи залежності витрат основного пального від швидкості, то можна дослідити, як змінюються показники ефективності експлуатації суден при різних швидкостях руху

суден. В табл. 5.14 для обраних суден представлені результати розрахунків значень TCE_{av} і середнього ходового часу при різних швидкостях руху.

Таблиця 5.14 – Зв'язок TCE_{av} і швидкості руху суден-претендентів

Швидкість руху судна, вузл.	Середній ходовий час в одному напрямку, діб	Середнє значення TCE_{av} , дол./добу				
		Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
5,0	67,7	2402,2	4623,1	5485,3	5847,1	8759,1
5,5	61,6	2646,3	5041,5	5944,7	6295,0	9419,2
6,0	56,5	2876,5	5427,5	6367,2	6699,7	10022,3
6,5	52,3	3091,5	5777,3	6751,6	7061,4	10570,0
7,0	48,6	3290,3	6086,2	7097,0	7380,2	11064,0
7,5	45,4	3471,4	6349,4	7402,0	7656,2	11505,8
8,0	42,7	3633,6	6561,2	7665,5	7889,5	11896,9
8,5	40,2	3775,6	6715,7	7886,1	8080,1	12238,7
9,0	38,0	3896,1	6806,3	8062,6	8227,9	12532,6
9,5	36,1	3993,7	6826,1	8193,5	8332,8	12779,7
10,0	34,3	4067,1	6767,4	8277,6	8394,7	12981,4
10,5	32,7	4114,8	6622,3	8313,4	8413,5	13138,7
11,0	31,3	4135,6	6382,2	8299,5	8388,9	13252,8
11,5	30,0	4127,9	–	8234,5	8320,8	13324,7
12,0	28,8	4090,4	–	8117,0	8208,9	13355,3
12,5	27,7	4021,6	–	–	8053,0	13345,7
13,0	26,6	3920,2	–	–	7852,8	13296,7
13,5	–	–	–	–	–	13209,1
14,0	–	–	–	–	–	13083,9
14,5	–	–	–	–	–	12921,6
15,0	–	–	–	–	–	12723,2

На рис. 5.17 наведено графіки залежностей значень TCE_{av} від швидкості руху суден-претендентів [312], а на рис. 5.18 – графіки залежностей значень NPV від швидкості руху суден. З результатів розрахунків можна бачити, що для того, щоб досягти максимального значення тайм-чартерного еквівалента, Судно 1 треба рухатися зі швидкістю 11,1 вузлів. При цьому максимальне значення TCE_{av} становитиме приблизно 4136 дол./добу. Серед всіх суден-претендентів Судно 1 має найменші значення TCE_{av} на будь-яких швидкостях. Це обумовлено тим, що Судно 1 має найменшу вантажомісткість, і отже найменший дохід. Вантажомісткість Судна 5 дещо поступається вантажомісткості Судна 4. Але при цьому значення TCE_{av} для Судна 5 є значно

більшими, ніж для Судна 4. Це обумовлено тим, що Судно 5 більш прилаштовано для перевезення проектних вантажів, що дозволяє отримувати значно більший дохід при перевезенні експортних вантажів з Азії. В табл. 5.15 представлені максимальні значення TCE_{av} , які можуть бути досягнуті при паспортних швидкостях та при оптимальному виборі швидкостей руху суден.

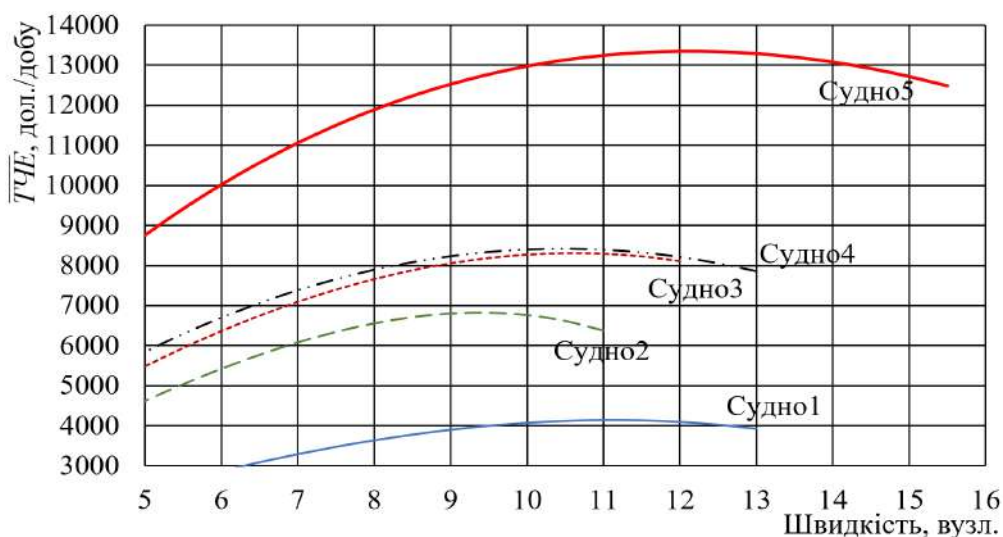


Рисунок 5.17 – Порівняння залежностей значень TCE_{av} від швидкості руху суден

Таблиця 5.15 – Максимальні значення TCE_{av} , які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкості руху суден, та їх порівняння з ринковими значеннями фрахтової ставки

Судно	Оптимальна швидкість, вузл.	Значення ринкової тайм-чартерної ставки TC , дол./добу	Значення TCE_{av}		Різниця між TCE_{av} і TC	
			при русі суден на паспортній швидкості, дол./добу	при оптимальному виборі швидкості руху суден, дол./добу	при русі суден на паспортній швидкості, дол./добу	при оптимальному виборі швидкості руху суден, дол./добу
Судно1	11,1	3540	3920	4136	380	596
Судно2	9,4	5840	6382	6826	542	986
Судно3	10,6	7470	8117	8313	647	843
Судно4	10,5	7620	7853	8413	233	793
Судно5	12,1	12700	12489	13355	-211	655

Дослідження показали, що вибір спеціалізованого судна, яке розраховано для перевезення проектних вантажів, дозволяє досягти максимальних значень TCE_{av} . Однак, ринкове значення тайм-чартерної ставки для цього судна також є великим порівняно з іншими суднами-претендентами.

Порівнюючи дані в табл. 5.15, можна бачити, що при відповідному виборі швидкісного режиму значення TCE_{av} для всіх суден помітно зростають. Також можна бачити, що при використанні суден на паспортних швидкостях найбільша різниця між TCE_{av} і TC досягається для Судна 3. При цьому, якщо використати судна на сповільнених швидкостях, то найбільше значення різниці між TCE_{av} і TC досягається для Судна 2. Різниця між ринковим значенням тайм-чартерної ставки і значенням TCE_{av} для Судна 5 при його використанні на паспортних швидкостях є від'ємною. Отже, використання Судна 5 на вказаних напрямках на паспортних швидкостях виявляється недоцільним. Але, якщо Судно 5 використати на сповільнених швидкостях, то ця різниця стає додатною і навіть більшою, ніж відповідне значення для Судна 1.

Зазвичай при оцінці показників ефективності експлуатації суден всі розрахунки проводяться за умови, що судна рухаються на паспортній швидкості. Запропонований метод пропонує робити вибір оптимального проекту придбання судна на підставі порівняння залежностей показників експлуатації суден-претендентів від швидкості їх руху. Для суден, що були розглянуті, ця залежність представлена в табл. 5.16. На відміну від загальноприйнятої практики розрахунків (див., наприклад, [112]), запропонований метод дозволяє робити обґрунтований вибір проекту придбання судна, зважаючи на специфіку вантажопотоку та вибір швидкісного режиму руху суден. У табл. 5.16 наведено результати розрахунків значень NPV та PI при різних швидкостях руху суден [305]. Порівнюючи рис. 5.17 і рис. 5.18, можна помітити, що з точки зору значення TCE_{av} , Судно 2 займає передостаннє місце на всіх швидкісних режимах серед всіх суден-претендентів, а з точки зору NPV проект придбання цього судна є лідером за умови його експлуатації на швидкості приблизно 9,4 вузл. Це пояснюється тим, що значення NPV враховує не тільки поточні прибутки від експлуатації суден, але і кошти, що пов'язані з їх купівлею та продажем.

Порівнюючи значення в табл. 5.16 та криві на рис. 5.18, можна помітити, що при використанні суден на паспортних швидкостях найбільше значення NPV досягається для Судна 3, але при оптимальному керуванні швидкістю руху значення NPV для Судна 2 перевищує значення NPV , які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкісних режимів для решти суден. Також з рис. 5.18 та табл. 5.16 можна бачити, що при використанні на паспортній швидкості Судно 1 має значення NPV більше, ніж Судно 4. Але при оптимальному виборі швидкості руху суден максимальне значення NPV для Судна 1 виявляється помітно меншим, ніж максимальне значення NPV для Судна 4 (рис. 5.18, табл. 5.16). Аналізуючи рис. 5.18, також можна відзначити, що Судно 5 має досить великі значення NPV при його використанні на швидкості приблизно 12 вузлів. Ці значення дуже мало відрізняються від максимального значення NPV , що може бути досягнуте Судном 2 на швидкості 9,4 вузлів.

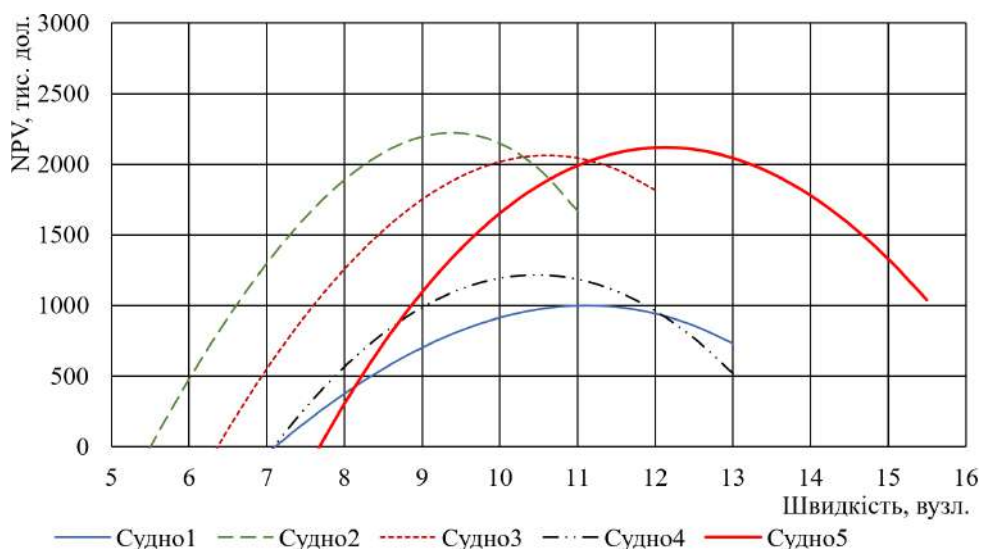
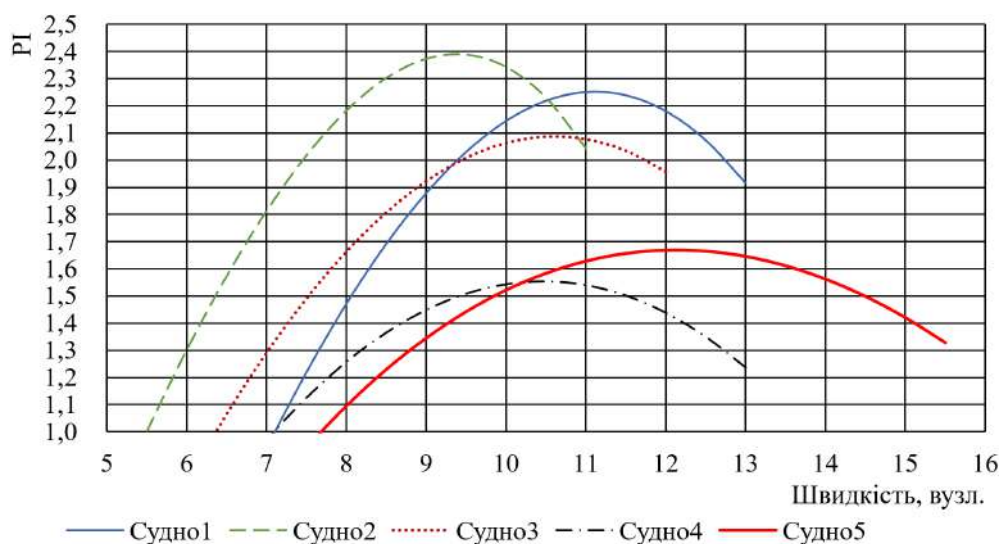


Рисунок 5.18 – Залежність значень NPV проектів від швидкості руху суден

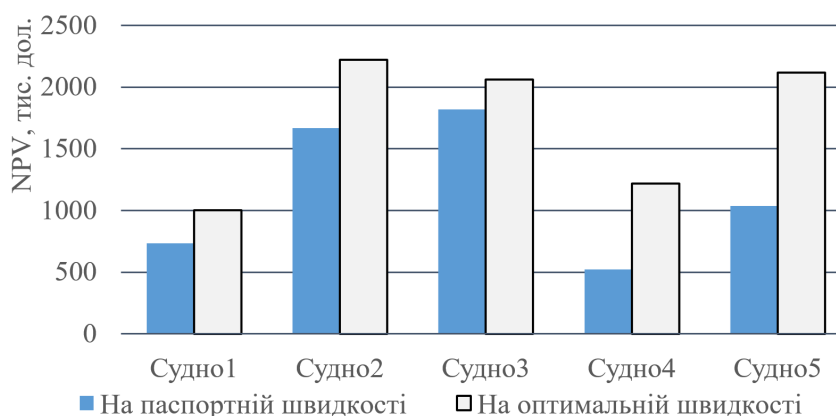
На рис. 5.19 порівняно значення PI для проектів придбання розглядуваних суден за умови їх експлуатації на паспортних швидкостях та оптимальних швидкостях. Рис. 5.18 демонструє, що найбільші значення NPV досягаються для проектів придбання та використання Судна 2, Судна 5 і Судна 3 за умови їх експлуатації на оптимальних швидкостях, що вказані в табл. 5.17 [305].

Таблиця 5.16 – Залежність значень *NPV* та *PI* від швидкості руху суден

Швидкість суден, вузл.	Судно1		Судно2		Судно3		Судно4		Судно5	
	<i>NPV</i> , тис. дол	<i>PI</i>	<i>NPV</i> , тис. дол	<i>PI</i>	<i>NPV</i> , тис. дол	<i>PI</i>	<i>NPV</i> , тис. дол	<i>PI</i>	<i>NPV</i> , тис. дол	<i>PI</i>
5,0	-1154,7	-0,44	-517,7	0,68	-1453,7	0,23	-1972,5	0,10	-3600,0	-0,14
5,5	-851,2	-0,06	2,6	1,00	-882,4	0,54	-1415,4	0,36	-2779,0	0,12
6,0	-564,9	0,29	482,7	1,30	-356,9	0,81	-912,1	0,59	-2029,0	0,36
6,5	-297,5	0,63	917,6	1,57	121,2	1,06	-462,3	0,79	-1347,8	0,57
7,0	-50,3	0,94	1301,9	1,81	550,7	1,29	-65,9	0,97	-733,4	0,77
7,5	174,9	1,22	1629,1	2,02	930,0	1,49	277,4	1,13	-184,0	0,94
8,0	376,7	1,47	1892,6	2,18	1257,7	1,66	567,6	1,26	302,4	1,10
8,5	553,3	1,69	2084,7	2,30	1532,1	1,81	804,6	1,37	727,5	1,23
9,0	703,2	1,88	2197,4	2,37	1751,5	1,92	988,4	1,45	1092,9	1,35
9,5	824,5	2,03	2222,0	2,39	1914,4	2,01	1118,8	1,51	1400,3	1,44
10,0	915,8	2,14	2149,0	2,34	2019,0	2,06	1195,8	1,54	1651,1	1,52
10,5	975,2	2,22	1968,6	2,23	2063,5	2,09	1219,2	1,55	1846,8	1,58
11,0	1000,9	2,25	1670,0	2,04	2046,2	2,08	1188,6	1,54	1988,6	1,63
11,5	991,4	2,24	–	–	1965,4	2,03	1103,9	1,50	2078,0	1,66
12,0	944,8	2,18	–	–	1819,2	1,96	964,7	1,44	2116,1	1,67
12,5	859,3	2,07	–	–	–	–	770,9	1,35	2104,2	1,67
13,0	733,1	1,92	–	–	–	–	522,0	1,24	2043,2	1,65
13,5	–	–	–	–	–	–	–	–	1934,3	1,61
14,0	–	–	–	–	–	–	–	–	1778,5	1,56
14,5	–	–	–	–	–	–	–	–	1576,8	1,50
15,0	–	–	–	–	–	–	–	–	1330,0	1,42
15,5	–	–	–	–	–	–	–	–	1039,0	1,33

Рисунок 5.19 – Залежність значень PI проектів від швидкості руху суденТаблиця 5.17 – Максимальні значення NPV і PI при оптимальному виборі швидкості руху судна

	Оптимальна швидкість, вузл.	Середній ходовий час в одному напрямку, діб	Максимальні значення при оптимальному виборі швидкості судна	
			NPV , тис. дол.	PI
Судно 1	11,1	31,1	1000,94	2,25
Судно 2	9,4	36,4	2222,00	2,39
Судно 3	10,6	32,4	2063,50	2,09
Судно 4	10,5	32,7	1219,17	1,55
Судно 5	12,1	28,5	2116,14	1,67

Рисунок 5.20 – Порівняння значень NPV для проектів придбання та використання суден за умови їх експлуатації на паспортній та оптимальній швидкості

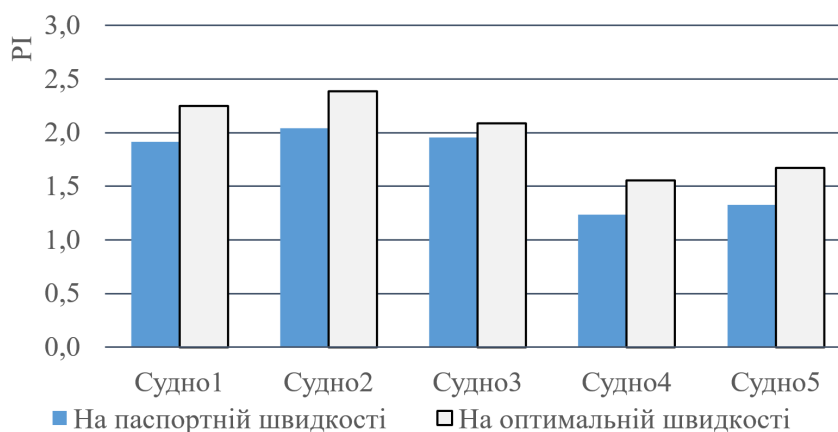


Рисунок 5.21 – Порівняння значень PI для проектів придбання та використання суден за умови їх експлуатації на паспортній та оптимальній швидкості

Проект придбання та використання Судна 1 має найменше максимальне значення NPV серед всіх розглянутих проектів (1001 тис. дол.). Для оцінки ефективності проектів придбання та використання розглянутих суден на основі значення PI найбільш переважними є проекти, що пов'язані з придбанням суден Судно 2, Судно 1 і Судно 3 (зі значеннями PI , що дорівнюють 2.39, 2.25 і 2.09 відповідно), тобто суден з невеликим дедвейтом (рис. 5.21).

Порівняння графіків на рис. 5.20 і рис. 5.21 показує, що при виборі оптимальної швидкості Судно 5 має досить високе значення NPV , яке незначно відрізняється від максимального значення NPV для Судна 2 (2116 проти 2222 тис. дол.). Однак значення PI для Судна 5 помітно поступається значенням PI для всіх розглядуваних суден, крім Судна 4, при будь-якому виборі швидкісного режиму. Це пояснюється тим, що проект придбання та використання Судна 5 вимагає набагато більших капіталовкладень, ніж проекти придбання інших суден. Тому, незважаючи на те, що Судно 5 дозволяє отримати найбільший обсяг доходу, значення PI проекту придбання та використання Судна 5 досить низьке, навіть при оптимальному виборі швидкості. У той же час для Судна 1, навпаки, спостерігається високий рівень PI , тоді як значення NPV проекту його придбання дуже низьке в порівнянні з іншими суднами. Незважаючи на невеликі розміри фрахту в порівнянні з

іншими суднами, виявилось, що співвідношення доходів і витрат для судна Судно 1 є цілком задовільним при виборі оптимальної швидкості. В умовах експлуатації розглянутих суден для перевезення зазначених вантажів по заданих напрямках і з урахуванням вибору оптимальної швидкості суден максимальні значення *NPV* для проектів придбання Судна 5 і Судна 2 виявляються близькими (2116 і 2222 тис. дол). Однак в даному випадку проект придбання Судна 5 помітно поступається проекту придбання Судна 2 за *PI* (1,67 проти 2,39).

При виборі найбільш ефективного проекту придбання судна слід також звернути увагу на діапазон швидкостей, при якому використання цього судна є максимально ефективним. У разі оптимального використання судна в широкому діапазоні швидкостей судноплавна компанія може здобути додаткову гнучкість в узгодженні фрахтових ставок і термінів доставки в майбутньому за рахунок здатності ефективно працювати на кількох швидкісних режимах, що дуже важливо в умовах нестабільного фрахтового ринку.

5.4. Висновки до п'ятого розділу

1. Проаналізовано фактори, що впливають на ефективність та конкурентоспроможність проектів розвитку флоту судноплавних компаній.
2. Запропоновано метод оцінки значень показників ефективності використання суден з урахуванням тенденцій змінення фрахтових ставок і цін на паливо. Дослідження показали, що коливання поточних значень фрахтових ставок і цін на паливо призводять до значних змін поточних значень тайм-чартерного еквівалента.
3. Запропоновано метод обґрунтування вибору проектів придбання і подальшого використання суден з врахуванням кон'юнктури фрахтового ринку.

4. Дослідження показали, що при обґрунтуванні інвестиційних проектів розвитку судноплавних компаній необхідно враховувати не тільки основні характеристики суден, але також мати рекомендації щодо швидкісних режимів, на яких планується використовувати ці судна. На різних швидкісних режимах кращі значення показників ефективності використання можуть демонструвати різні судна.

5. Розроблено метод обґрунтування вибору інвестиційного проекту придбання судна-балкера та оптимального діапазону швидкостей його експлуатації, враховуючи як значення економічних показників ефективності використання судна, так і середній час транспортування вантажів.

6. Розрахунки показали, що ефективність проектів придбання і використання суден можна значно підвищити, вибравши оптимальну швидкість судна.

7. Незважаючи на те, що балкери та універсальні суховантажні судна набагато гірше пристосовані для перевезення негабаритних вантажів, ніж спеціалізовані, за рахунок того, що універсальні суховантажні судна значно дешевші, при обґрунтованому виборі типу судна та швидкісного режиму значення *NPV* проектів придбання та використання універсальних суховантажних суден можуть перевищувати відповідні значення для спеціалізованих суден.

8. Запропонований метод багатокритеріальних оцінок дає можливість особі, що приймає рішення, робити обґрунтований вибір проекту придбання судна для перевезення як навалювальних, так і проектних вантажів, з огляду на можливість експлуатації суден на різних швидкостях.

Основні положення розділу розкриті в публікаціях автора [98, 101, 129, 145, 147, 148, 150, 295, 305, 307, 312–314, 316].

РОЗДІЛ 6

МЕТОДИ РОЗРОБКИ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

6.1. Розробка систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку портової інфраструктури

Більшість проектів стратегічного розвитку транспортної інфраструктури потребують значних інвестицій і розраховані на тривалі строки реалізації. При цьому ефективність роботи транспортних систем в більшості випадків залежить від великої кількості факторів, багато з яких схильні до випадкових змін. Тому планування та оптимізація елементів транспортних систем ще на етапі проектування є важливою і, як правило, дуже складною задачею. Інфраструктура морського транспорту є складовою частиною транспортної системи (рис. 6.1). Тому успішна реалізація проектів розвитку інфраструктури морського транспорту неможлива без урахування специфіки функціонування всієї транспортної системи. У зв'язку з цим виникає ряд складних проблем, вирішення яких в більшості випадків не може бути знайдене за допомогою класичних аналітичних математичних методів. Однак, у багатьох випадках хороші результати можуть бути отримані завдяки використанню систем підтримки прийняття рішень, які засновані на використанні методів імітаційного моделювання та методів м'яких обчислень. Розвиток глобального ринку призводить до суттєвого росту обсягів міжнародних перевезень, спостерігається зростання конкуренції як серед виробників промислової продукції, так і серед перевізників. Разом з тим підвищуються вимоги щодо ефективності, стійкості та безпечності функціонування транспортних систем. Більшість світових вантажних перевезень здійснюється за допомогою морського транспорту. В зв'язку з цим виникає потреба у скоординованому розвитку портової інфраструктури, а також в проектуванні та оптимізації

роботи морських терміналів, на яких здійснюється взаємодія між різними видами транспорту. Обґрунтування оптимальних параметрів таких терміналів є актуальною і в багатьох випадках непростю задачею.



Рисунок 6.1 – Загальна схема системи морських перевезень

В даному розділі запропоновано методи розробки систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку інфраструктури морського транспорту. Також проаналізовані практичні аспекти, що пов'язані із розробкою та впровадженням програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень відносно проектів розвитку інфраструктури морського транспорту.

Ефективність функціонування сучасних морських терміналів істотно залежить від узгодженості та координації великої кількості процесів, що протікають паралельно, а також від раціонального використання наявних ресурсів. Значний вплив на показники ефективності роботи морських терміналів мають характеристики вантажопотоків, особливості навігації, погодні умови, особливості роботи суміжних видів транспорту та ряд інших факторів. При цьому задачі планування часто ускладнюються внаслідок того, що інтенсивність та структура вантажопотоків у майбутньому можуть бути схильними до значних коливань. Дослідженням в цьому напрямку присвячено низку наукових робіт. Так, в [297, 298] досліджено питання сталого функціонування транспортних систем в умовах нерівномірного

вантажопотоку і обґрунтовано вибір оптимальної структури парку обладнання з використанням методів імітаційного моделювання. Незважаючи на значний розвиток класичних математичних методів дослідження операцій, коло практичних проблем, де вони можуть бути ефективно застосовані, досить обмежене. Тому в багатьох випадках при дослідженні складних транспортних систем найбільш доцільним стає створення та застосування СППР [111, 334].

При розробці СППР щодо проектів розвитку транспортних систем велике значення має адекватність моделювання графіків руху транспортних засобів, точне відображення всіх технологічних операцій, що пов'язані з обслуговуванням транспортних засобів і обробкою вантажів, врахування можливих впливів випадкових факторів. Однак, не менш важливим, і в ряді випадків набагато складнішим аспектом створення адекватних СППР для сучасних транспортних систем, є моделювання роботи диспетчерських служб у рамках інтелектуальних транспортних систем. Диспетчерські служби займаються оптимізацією руху транспортних засобів, координують різні процеси, що паралельно протікають, а також здійснюють оперативний перерозподіл наявних виробничих ресурсів. Від ефективності роботи цих служб істотно залежить продуктивність і стійкість роботи більшості транспортних систем. Тому моделювання роботи диспетчерських служб в складі СППР є важливою й, як правило, найбільш складною частиною досліджень, що спрямовані на проектування сучасних транспортних систем та прогнозування їх показників ефективності. Зазвичай моделювання роботи диспетчерських служб вимагає розробки складних алгоритмів та індивідуальний підхід для кожної окремої ситуації. Але, незважаючи на складність проектування і створення імітаційних моделей, а також трудомісткість збору і аналізу вхідних і вихідних даних, доцільність використання такого підходу в багатьох випадках обумовлена його високою точністю і можливістю ефективного використання при дослідженні сучасних складних транспортних систем. Для того, щоб прийняти обґрунтоване рішення щодо параметрів проекту інноваційного розвитку об'єкта транспортної

інфраструктури, необхідно враховувати різні варіанти будівництва та його оснащення обладнанням, зважати на можливі змінення структури і інтенсивності вантажопотоку та інші зовнішні фактори, а також планувати те, як будуть координуватися технологічні процеси і як буде влаштовано організацію роботи диспетчерських служб. Врахування всіх наведених факторів потребує створення відповідної СППР (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Схема застосування систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку інфраструктури морського транспорту

В більшості випадків реалізація проектів розробки та використання СППР має відбуватися паралельно з проектами створення документації для будівництва транспортної інфраструктури і закупівлі обладнання та проектами обґрунтування технологічних процесів і організації роботи диспетчерських служб. При цьому реалізація таких проектів потребує інтенсивного обміну інформацією та взаємної координації (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 – Схема взаємозв'язків між проектами при плануванні інноваційного розвитку об'єктів інфраструктури морського транспорту

Тому велике значення має те, як реалізуються механізми взаємообміну інформацією та координація між цими проектами. Дуже часто проекти створення та використання СППР реалізуються циклічно (рис. 6.4) [226]. Проекти створення документації для будівництва транспортної інфраструктури часто реалізуються ітеративно. Через це виникає необхідність в узгодженому управлінні циклами та ітераціями при реалізації цих проектів (рис. 6.5).



Рисунок 6.4 – Схема життєвого циклу проекту створення та використання СППР при циклічному розвитку та використанні [226]

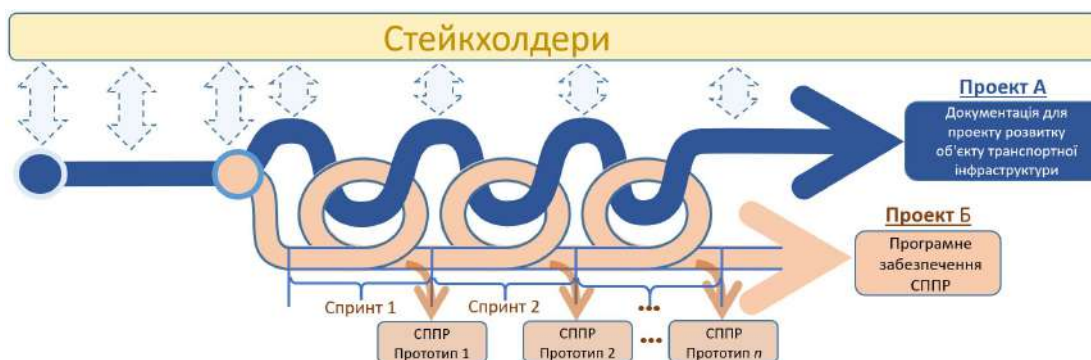


Рисунок 6.5 – Схема координації в рамках проекту створення СППР, який виконується циклічно, та проекту створення технічної документації щодо інноваційного розвитку об'єкту транспортної інфраструктури, який реалізується ітеративно

Дослідженню шляхів підвищення ефективності проектів розвитку високотехнологічних транспортних систем останнім часом приділяється все більше уваги в наукових виданнях. Питання стійкого функціонування транспортних систем в умовах нерівномірного вантажопотоку були

досліджені в роботах [297, 298]. Також в [298] було обґрунтовано вибір оптимальної структури парку обладнання з використанням методів імітаційного моделювання. В [253] проводиться огляд і пропонується класифікація сучасних методів і результатів наукових досліджень інтермодальних транспортних систем, а також аналізуються тенденції і перспективи розвитку в цьому напрямку. В [233, 264, 322] досліджуються різні підходи до проектування і організації роботи інтелектуальних транспортних систем. В роботі [119] використані багатокритеріальні оцінки для зменшення ризиків при плануванні ремонтів і заміни складного перевантажувального обладнання, яке функціонує в умовах неповністю передбачуваного вантажопотоку. Одним з найбільш перспективних та затребуваних на практиці напрямків наукових досліджень в сфері проектування та оптимізації сучасних складних транспортних систем є дослідження, що базуються на застосуванні методів та алгоритмів імітаційного моделювання [97, 138, 278, 344].

Проаналізуємо теоретичні та практичні аспекти створення сучасних СППР щодо проектів розвитку інфраструктури морського транспорту на прикладі СППР для проекту модернізації порту Емден [111, 292]. В рамках проекту модернізації інфраструктури порту Емден виникла проблема оцінки ефективності роботи Ро-Ро терміналу з врахуванням майбутніх змін інтенсивності та структури вантажопотоків. Ро-Ро термінал порту Емден є крупним логістичним вузлом спряження морського, залізничного та автомобільного сполучення (рис. 6.6).



Рисунок 6.6 – Ро-Ро термінал порту Емден [260]

До складу цього терміналу входять дві станції розвантаження залізничних потягів, чотири глибоководні причали та понад 1,5 млн. м² складських площ. В середньому щодоби через цей термінал перевантажується понад 5,5 тис. легкових автомобілів. Порт Емден знаходиться в гирлі річки Емс (рис. 6.7). Адміністрацією терміналу розглядалася низка можливих варіантів модернізації морської частини терміналу. І для кожного з цих варіантів необхідно було провести оцінку показників ефективності та стійкості роботи Ро-Ро терміналу з врахуванням як характеристик майбутніх вантажопотоків, так і специфічних технологічних особливостей, а також умов навігації.



Рисунок 6.7 – Схема руху суден від місця якірної стоянки до Ро-Ро терміналу порту Емден [255]

Як можливі варіанти модернізації терміналу розглядалося будівництво додаткового глибоководного причалу (рис. 6.8), різні варіанти проведення комплексу днопоглиблювальних робіт, збільшення кількості стивідорів та різні комбінації цих заходів.

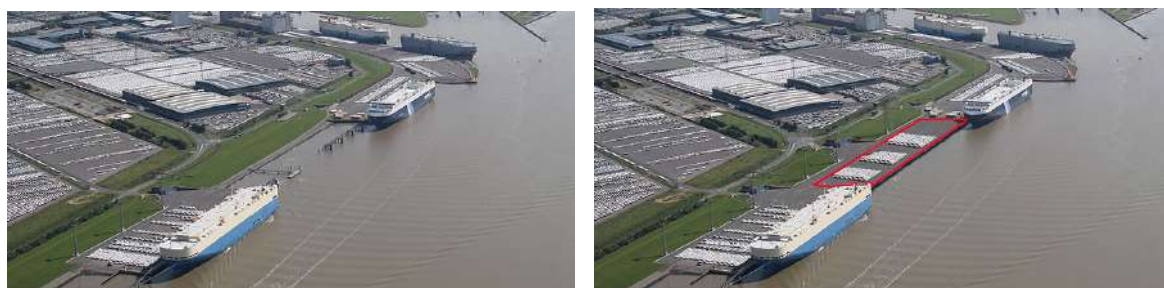


Рисунок 6.8 – Проект будівництва додаткового глибоководного причалу

На ефективність функціонування терміналу істотно впливає низка чинників: інтенсивність та рівномірність суднозаходів, розміри та рівень завантаження суден, графік морських приливів та відливів, інтенсивність та рівномірність прибуття залізничних потягів, кількість та розклад роботи стивідорних бригад, кількість та потужність буксирів [306], тощо. Графіки роботи стивідорних бригад фіксовані, графіки суднозаходів та прибуття потягів складаються заздалегідь, а час морських приливів достатньо точно прогнозується (якщо немає впливу нагінних вітрів). Проте дуже складно скоординувати всі ці графіки так, щоб мінімізувати час простою транспортних засобів та ресурсів, що необхідні для їх обслуговування. Тому постала ціла низка задач стратегічного планування, які стосуються обґрунтування достатнього рівня технічного оснащення терміналу, та виникли пов'язані з цим проблеми розробки алгоритмів оперативного керування, взаємодії, координації та оптимального розподілення ресурсів [292].

Оскільки класичні аналітичні методи теорії масового обслуговування та математичні методи оптимального управління не дозволяють дослідити поставлену задачу в повному обсязі, були застосовані методи імітаційного моделювання. Нами була створена СППР щодо розвитку Ро-Ро терміналу порту Емден. Ця модель реалізована у вигляді окремого прикладного програмного забезпечення з розвинутим графічним інтерфейсом та тривимірною анімацією.

Перед початком моделювання СППР зчитує всі параметри моделі з відповідним чином структурованого файлу. В цьому файлі міститься вся інформація щодо параметрів модернізації терміналу, сценарію розвитку вантажопотоків, графіків суднозаходів, кількості та потужності буксирів [306], продуктивності стивідорних бригад, загальних параметрів роботи імітаційної моделі та інших даних. Кожному варіанту модернізації терміналу та кожному сценарію розвитку вантажопотоку відповідає окремий файл. Один такий файл містить понад 700 вхідних параметрів моделі. Зважаючи на велику кількість вхідних параметрів, для запобігання можливих помилок вводу даних з боку

людини перед стартом моделювання програма проводить глибокий аналіз та перевірку вхідних даних на цілісність та несуперечливість. Якщо в файлі з вхідними даними виявляється помилкова або суперечлива інформація, програма допомагає її виправити. Значний вплив на роботу порту Емден мають морські приливи та відливи. Зазвичай коливання рівня води протягом доби становить приблизно 3 метри. Але іноді воно може становити понад 5 метрів. Тому під час відливу рух великих суден стає неможливим, і це суттєво впливає на показники роботи терміналу. Амплітуди коливання води утворюють складну послідовність, повний цикл якої складає один рік. Причому графіки приливів та відливів в різних водоймах можуть суттєво відрізнятися. На рис. 6.9, 6.10 наведені фрагменти графіків змінення рівня води біля причалів Ро-Ро терміналу порту Емден протягом доби та місяця. В розробленій імітаційній моделі змінення рівня води в гирлі річки Емс вдалося моделювати з похибкою 0,01 м.

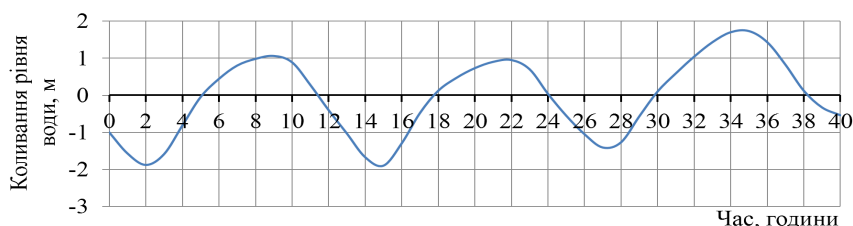


Рисунок 6.9 – Фрагмент графіка змінення рівня води протягом доби

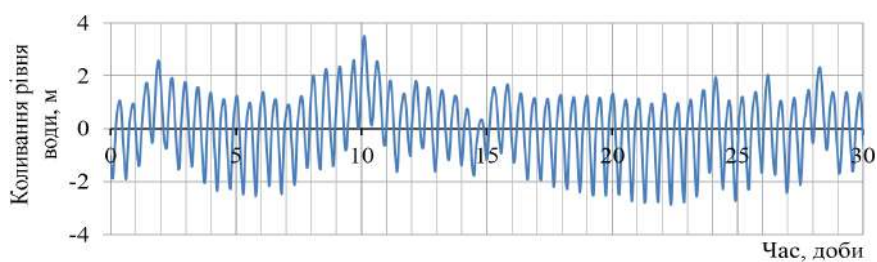


Рисунок 6.10 – Фрагмент графіка змінення рівня води протягом місяця

Розроблена імітаційна модель роботи Ро-Ро терміналу може працювати як в режимі одиночного прогону з відображенням 3D анімації, так і в режимі високошвидкісних багатократних прогонів без візуалізації. На рис. 6.11 та 6.12 відображені вікна імітаційної моделі, що працює в режимі одиночного прогону з відображенням 3D презентації для базового та одного з проектних варіантів оснащення терміналу. Модель дозволяє налаштувати генератори

випадкових чисел таким чином, щоб всі стохастичні процеси, які відбуваються на терміналі, відтворювалися ідентично від прогону до прогону. Завдяки цьому можна спостерігати те, наскільки система спроможна долати ті ж самі кризові передумови при різних варіантах модернізації терміналу. Також можна налаштувати генератори випадкових чисел так, щоб при кожному прогоні генерувалася унікальна послідовність випадкових подій. Цей режим використовується при дослідженні стійкості показників ефективності роботи терміналу [111].

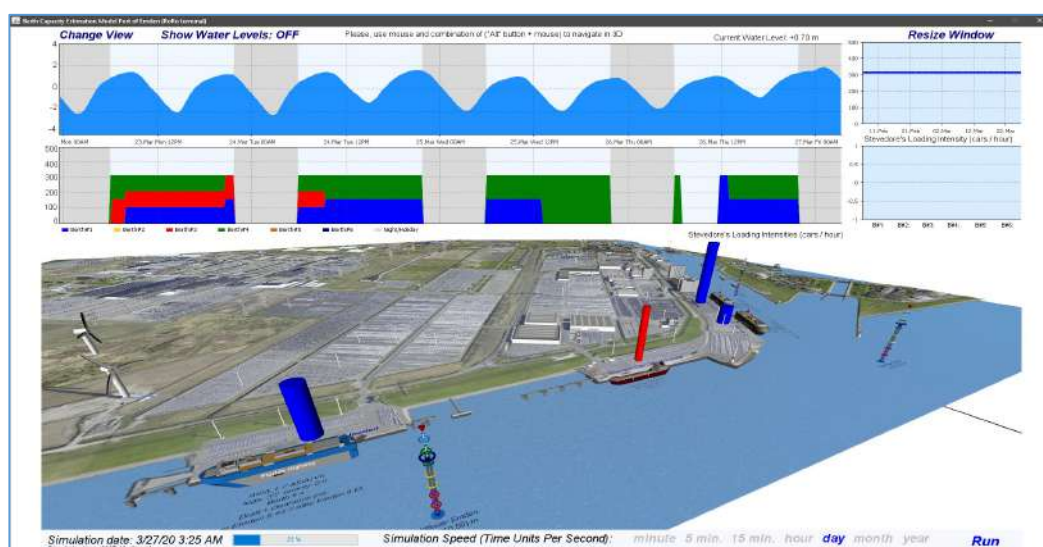


Рисунок 6.11 – Вікно імітаційної моделі під час прогону моделі в режимі 3D презентації – базовий варіант

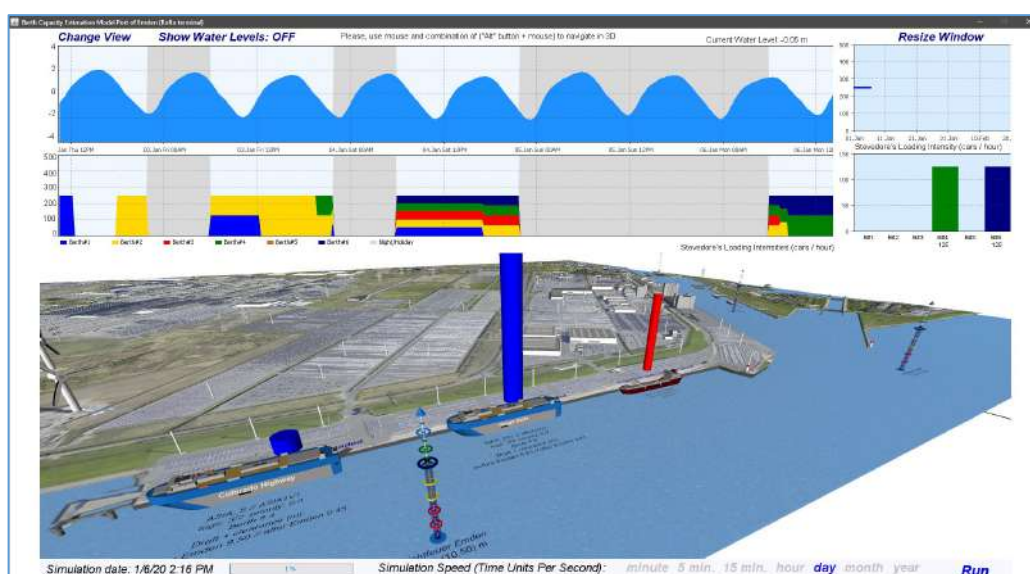


Рисунок 6.12 – Вікно імітаційної моделі під час прогону моделі в режимі 3D презентації – проектний варіант з додатковим причалом

Найбільш важливу інформацію щодо показників ефективності та стійкості роботи терміналу при різних варіантах його модернізації можна отримати, аналізуючи серії прогонів імітаційної моделі. Алгоритми імітаційної моделі оптимізовані так, що прогін одного сценарію впродовж одного року модельованого часу з виключеною анімацією займає менше однієї секунди роботи сучасного персонального комп'ютера. Це дає можливість проводити серії з великою кількістю випробувань і на їх основі робити обґрунтовані статистичні висновки або застосовувати різні чисельні алгоритми для пошуку оптимальних параметрів розглядуваного терміналу.

Після закінчення прогону модель генерує файл, в який записуються як загальні статистичні показники функціонування терміналу впродовж заданого відрізка часу, так і докладний протокол з фіксацією всіх подій, які сталися в моделі під час прогону. Аналізуючи цей файл, можна, по-перше, перевірити адекватність роботи всіх елементів моделі, а по-друге, відстежити виникнення кризових явищ локального характеру. Можна спостерігати появу черг та аналізувати обставини, що їх обумовили, а також з'ясувати, як швидко система спромоглася подолати кризову ситуацію та яких ресурсів при цьому бракувало. На підставі аналізу статистичних даних, які отримані в результаті багаторазових прогонів імітаційної моделі, були встановлені оцінки середніх значень показників ефективності функціонування терміналу в різних ситуаціях. Також були отримані оцінки стійкості показників ефективності роботи терміналу до можливих коливань вантажопотоку та випадкових відхилень у графіках руху суден. Для різних сценаріїв змінення вантажопотоків та різних варіантів реалізації проекту модернізації терміналу були знайдені оцінки середнього часу простою суден на рейді, значення коефіцієнтів зайнятості причалів та інших показників ефективності проекту модернізації Ро-Ро терміналу. Також для значень різних показників ефективності проекту модернізації терміналу було визначено довірчі інтервали та побудовано відповідні функції розподілів. Були визначені вузькі місця розглядуваної транспортної системи [111]. Для того, щоб оцінити те,

наскільки якісно функціюватиме термінал в умовах зростаючого вантажопотоку, для кожного з більш, ніж десяти розглянутих варіантів модернізації терміналу, були проведені серії прогонів. По результатам прогонів було побудовано діаграми розмаху значень показників ефективності функціонування Ро-Ро терміналу. На рис. 6.12 зображено діаграми розмаху значень стоянкового часу суден лише для трьох альтернативних варіантів реалізації проекту модернізації інфраструктури терміналу при поступовому зростанні інтенсивності вантажопотоку. Кожна з точок, що зображені на рис. 6.12, відображає середнє значення стоянкового часу судна для одного прогону імітаційної моделі, який відповідає одному року функціонування терміналу. В межах кожного прямокутника лежать значення, що знаходяться між другим та третім квартилями вибірки значень середнього стоянкового часу суден, що отримані при заданій інтенсивності вантажопотоку для заданого варіанту реалізації проекту модернізації терміналу. Коливання значень в межах одного прямокутника обумовлені випадковими подіями та нестиківками в графіках роботи стивідорів, руху суден, приливів, та ін. Криві на рис. 6.12 відображають зміни середнього по всіх прогонах стоянкового часу суден в залежності від інтенсивності вантажопотоку.

Слід зробити зауваження, що через комерційну таємницю, публікація реальних даних та всіх деталей результатів моделювання неможлива. Тому дані, що наведені на рис. 6.12, були навмисно деформовані. Рис. 6.13 слід сприймати тільки як схематичне зображення. Його наведено лише для ілюстрації методу подання результатів одного з експериментів, що було реалізовано за допомогою розробленої СППР в рамках даного дослідницького проекту. Також рис. 6.13 дозволяє висвітлити загальну тенденцію змінення середнього значення та рівня стійкості для показників якості обслуговування суден, що були виявлені в результаті дослідження. З рис. 6.12 можна бачити, що при низькій інтенсивності вантажопотоку (від 2,7 до 3,5 млн. машин на рік) спостерігається незначне поступове зростання середнього стоянкового часу суден. При цьому всі три криві середніх значень майже паралельні, а ступень

розкиду середнього стоянкового часу суден є невеликим і майже однаковим для всіх трьох варіантів модернізації терміналу. Але при суттєвому зростанні інтенсивності вантажопотоку (понад 3,7 млн. машин на рік і більше) спостерігається суттєве нелінійне зростання як середнього значення, так і ступеня розкиду для середнього стоянкового часу суден при першому та другому варіантах модернізації терміналу. В той же час, при третьому варіанті модернізації терміналу і середні значення, і діапазон розмаху значень стоянкового часу суден зростають значно меншими темпами. Головні задачі, на вирішення яких був спрямований даний проект, пов'язані з дослідженням стратегічних планів розвитку терміналу. Однак розв'язання цих задач потребувало урахування та глибокого аналізу ще й специфіки ряду процесів, керування якими має здійснюватися на операційному рівні.

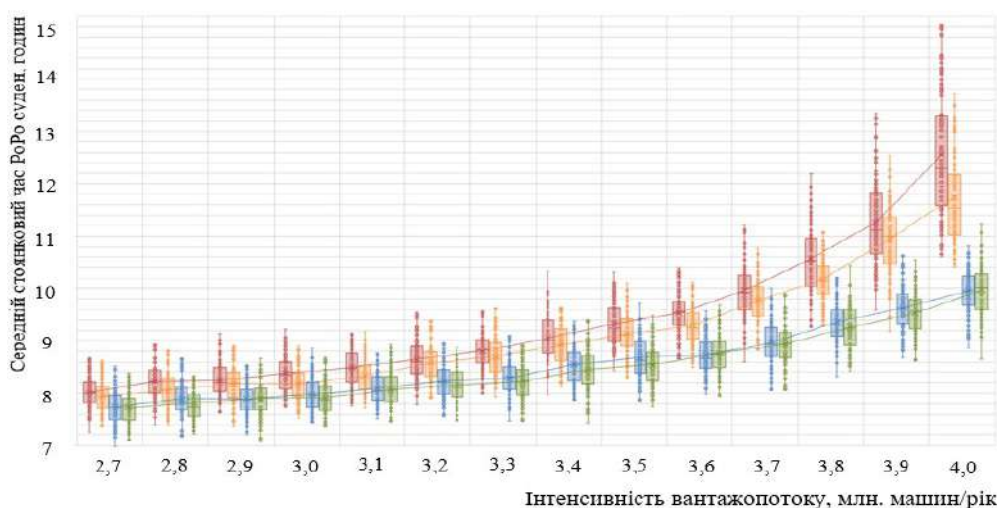


Рисунок 6.13 – Діаграми розмаху значень стоянкового часу суден для трьох альтернативних проектів модернізації терміналу при змінненні інтенсивності вантажопотоку

Основні складнощі, які виникають при створенні цієї СППР, стосувалися реалізації алгоритмів управління процесами, що протікають саме на операційному рівні: моделювання динаміки приливів та відливів, складання оперативних графіків оптимального руху суден, оптимізації процесів прийняття рішень щодо вибору причалів та оперативного перерозподілу ресурсів стивідорних бригад, тощо. Використання розробленої СППР дозволило з високою точністю прогнозувати показники ефективності проекту

розвитку терміналу для різних сценаріїв подій та створити надійне підґрунтя для прийняття рішення щодо його майбутнього стратегічного розвитку [111].

6.2. Розробка систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку організації процесу перевезень

В даному підрозділі аналізуються теоретичні та практичні аспекти створення СППР щодо проектів розвитку інфраструктури морського транспорту та організації процесу доставки вантажів в умовах мінливої інтенсивності вантажопотоків.

Витрати на транспортування і зберігання складають значну частину (згідно [55, с.35] – до 70%) кінцевої вартості товарів. У ряді випадків для перевезення вантажів доцільно або навіть необхідно використовувати досить складні системи транспортування і зберігання з залученням дорогого обладнання. Тому великий практичний інтерес представляє розвиток нових технологій транспортування вантажів і вдосконалення методів проектування і управління транспортними системами. Це непросте завдання істотно ускладнюється, якщо обсяги вантажопотоків і умови доставки вантажів схильні до впливу випадкових факторів. На практиці для того, щоб задовільно освоювати вантажопотоки, що мають нерівномірну інтенсивність, яка схильна до випадкових змін, при реалізації проектів розвитку транспортних систем зазвичай передбачається деякий резерв пропускної спроможності. Однак, незважаючи на велику практичну важливість, питання обґрунтування обсягу таких резервів досліджені все ще недостатньо. Методи класичної торії масового обслуговування дозволяють проводити вичерпний аналіз транспортних систем, що працюють в умовах невизначеності, лише в найпростіших випадках і при досить жорстких обмеженнях. Тому при дослідженні більшості практично важливих задач, що виникають в цьому напрямку, єдиним виходом є розробка і використання СППР, що поєднують в собі як аналітичні методи оптимізації, так і статистичні методи і

обчислювальні методи імітаційного моделювання (див., наприклад, [299]) . У зв'язку з цим, крім розвитку класичних підходів, значний практичний інтерес представляє розробка методів побудови математичних моделей і відповідних комп'ютерних інформаційних систем, розвиток і вдосконалення алгоритмічної та обчислювальної бази, підвищення рівня ефективності та адекватності моделей а також пошук нових підходів, що дозволяють розширити коло питань, які можна досліджувати з їх допомогою.

Проаналізуємо теоретичні та практичні аспекти створення СППР щодо проектів організації процесу доставки вантажів в умовах мінливої інтенсивності вантажопотоків на прикладі СППР для проекту обґрунтування логістичної системи доставки швидкопсувних вантажів через Одеський порт. На практиці використовуються два альтернативних варіанти морського транспортування цитрусових в Україну: за допомогою рефрижераторних суден і за допомогою суден-контейнеровозів в рефрижераторних контейнерах. Сезонний попит на цитрусові є головним фактором, що визначає інтенсивність заходів в Одеський порт рефрижераторних суден. Так, для перевезення цитрусових в пік сезону між турецьким портом Зонгулдак і Одеським портом зазвичай постійно курсують декілька рефрижераторних суден, забезпечуючи принаймні два суднозаходи в тиждень і здатних освоїти вантажопотік імпортованих цитрусових до 50–70 тис. т за сезон. Однак, в міжсезоння, коли вантажопотік цитрусових невеликий, рефрижераторні судна з Туреччини в українські порти заходять рідше. Доставка цитрусових суднами-рефрижераторами має перевагу перед доставкою в рефконтейнерах на суднах-контейнеровозах в тому, що рефрижераторні судна не прив'язані до жорсткого розкладу і в період найбільшого попиту доставляють вантаж швидше і дешевше, ніж контейнеровози, які працюють на лініях. При цьому зберігати вантаж в портовому холодильнику значно дешевше, ніж утримувати підключений рефконтейнер в порту. Однак, з іншого боку, цитрусові краще зберігаються в рефконтейнерах. Використання рефконтейнерів створює можливість вивезення вантажу з портів, які пов'язані лінійним сервісом з

Одеським портом, причому суднозаходи контейнеровозів забезпечуються точно за розкладом, на відміну від рефрижераторних суден, рух яких залежить від того, як формуються суднові партії, що стає особливо незручним в міжсезоння, коли вантажопотік цитрусових значно знижується.

Для подальшого аналізу розглянемо декілька альтернативних проектів створення логістичної системи, що базуються на спільній, досить загальній схемі роботи компанії-імпортера цитрусових. Замовлення на доставку партій вантажу від фірм-клієнтів, які перебувають в різних регіонах України, надходять до компанії-імпортера. Якщо на момент надходження заявки на складі компанії-імпортера є достатній запас цитрусових, то вантаж по цій заявці негайно відвантажується зі складу та відправляється спецавтотранспортом в місто, де розташований склад фірми-клієнта. Якщо на момент надходження заявки на складі компанії-імпортера немає вантажу, то заявка очікує до тих пір, поки або з'явиться можливість її виконати, або поки вона не буде прострочена, що для компанії-імпортера буде означати втрату замовлення. В момент часу, коли в порт прибуває судно з партією цитрусових, та частина вантажу, під яку вже є заявки, які очікують в пулі заявок, відвантажується за прямим варіантом і прямо з порту вивозиться клієнтам. Решта вантажу транспортується на склад і зберігається до надходження заявок. Необхідно враховувати, що цитрусові – швидкопсувний вантаж, його зберігання та транспортування вимагають спеціальних умов. Тому тривале зберігання пов'язане з додатковими витратами. Крім того, при тривалому зберіганні, навіть в спеціальних умовах, цитрусові псуються. Таким чином, збільшення терміну зберігання цитрусових призводить до значного збільшення витрат у зв'язку з їх псуванням. Скорочення обсягів запасів вантажу на складі, з одного боку, забезпечує зменшення витрат на зберігання і псування вантажу, з іншого боку, це може призвести до збільшення числа прострочених заявок від фірм-клієнтів і може знизити прибуток компанії-імпортера через втрачені можливості. До того ж це може негативно відбитися на репутації фірми. У зв'язку з цим перед фірмою-імпортером виникає

проблема обґрунтування оптимальних параметрів проекту створення логістичної системи для транспортування цитрусових, в тому числі раціональне планування обсягів запасів з урахуванням специфіки обраних схем транспортування і прогнозів можливих інтенсивностей потоків заявок від фірм-клієнтів. У разі, якби інтенсивність надходження заявок і інтенсивність суднозаходів були постійними величинами, не представляло б великої складності, використовуючи класичні методи (див., наприклад, [55, 157, 158, 164]), розрахувати і порівняти параметри проектів. Однак, на практиці потік заявок від фірм-клієнтів має випадковий характер, причому, в залежності від пори року і кон'юнктури ринку істотно змінюються не тільки середнє значення і стандартне відхилення, але і форма функцій розподілу часу між заявками. В свою чергу, інтенсивність і рівномірність руху рефрижераторних суден суттєво залежить від обсягів вантажопотоків швидкопсувних вантажів, які визначаються цілою низкою чинників, в тому числі і тих, які не завжди легко передбачити. Все це істотно ускладнює розглянуту задачу обґрунтованого вибору проекту створення логістичної системи. Вивченню близьких питань присвячені роботи ряду авторів (див., наприклад, [16, 113, 158, 175, 235]), проте деякі практично важливі аспекти цієї задачі до сих пір залишаються дослідженими недостатньо.

Метою даного підрозділу є розробка методу створення СППР відносно обґрунтування проекту створення логістичної системи доставки імпортованих цитрусових через Одеський морський торговий порт, які дозволять компаніям-імпортерам підвищити результативність діяльності, знизити витрати на транспортування і забезпечити кінцевого споживача більш доступним в ціновому відношенні товаром.

Введемо деякі позначення. Позначимо T – горизонт планування, N – кількість заявок, що надійшли, N_{deliv} – кількість відвантаженого вантажу за проміжок часу T . Загальний прибуток будемо розраховувати за формулою [297]

$$P = D - R_{perm} - R_{var}, \quad (6.1)$$

де D – сукупні доходи,

R_{perm} – сукупні постійні витрати,

R_{var} – сукупні змінні витрати.

Величина середньодобового прибутку дорівнює

$$P_d = \frac{P}{T}. \quad (6.2)$$

Сукупні доходи розраховуються за формулою

$$D = \sum_{k=1}^{N_{deliv}} I_k, \quad (6.3)$$

де N_{deliv} – кількість одиниць доставленого вантажу,

I_k – вартість k -ої одиниці вантажу для фірми-споживача в Україні.

Розрахунок складових витрат будемо проводити з позицій загальних витрат компанії-постачальника [92]. Сукупні постійні витрати дорівнюють

$$R_{perm} = (r_{adm} + r_{stor}) \cdot T, \quad (6.4)$$

де r_{adm} – середньодобові адміністративні витрати,

r_{stor} – середньодобові витрати на оренду складських площ.

Сукупні змінні витрати визначаються як

$$R_{var} = \sum_{k=1}^{N_{deliv}} r_k, \quad (6.5)$$

де r_k – величина змінних витрат, яка припадає на k -у одиницю вантажу.

Змінні витрати по k -ій одиниці вантажу мають такий вигляд

$$r_k = r_{c,k} + r_{sea,k} + r_{at,k} + r_{spoil,k}, \quad (6.6)$$

де $r_{c,k}$ – закупівельна вартість k -ої одиниці вантажу в країні-експортері,

$r_{sea,k}$ – витрати на перевезення по морю, включаючи навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР),

$r_{at,k}$ – витрати на перевезення автотранспортом, включаючи НРР,

$r_{spoil,k}$ – втрати, що пов'язані з псуванням вантажу під час його зберігання та транспортування.

Втрати в зв'язку з псуванням одиниці вантажу знаходяться як

$$r_{spoil,k} = r_{c,k} \cdot f_{spoil}(\tau_k), \quad (6.7)$$

де $f_{spoil}(\tau)$ – функція, що описує збільшення частки зіпсованого вантажу в залежності від часу його зберігання і транспортування τ ; для кожного виду вантажу та умов його зберігання вид цієї функції слід визначати окремо, τ_k – сумарний час, який k -а одиниця вантажу знаходиться в дорозі і на складі від моменту її завантаження на судно до моменту доставки кінцевому споживачеві.

На підставі статистичного аналізу для розглянутого вантажу і даних умов зберігання була отримана наступна залежність зміни частки зіпсованого вантажу від часу його зберігання і транспортування

$$f_{spoil}(\tau) = \min(0,0002 \cdot e^{0,3225\tau}, 1). \quad (6.8)$$

Сумарний час, який k -а одиниця вантажу знаходиться в дорозі і на складі від моменту завантаження на судно до моменту доставки кінцевому споживачеві

$$\tau_k = \tau_{sea,k} + \tau_{at,k} + \tau_{stor,k}, \quad (6.9)$$

де $\tau_{sea,k}$ – час морського транспортування,

$\tau_{at,k}$ – час транспортування автотранспортом,

$\tau_{stor,k}$ – час зберігання на складі.

Середня величина сукупних витрат, що припадають на одиницю вантажу, дорівнює

$$R_{unit} = \frac{R_{perm} + R_{var}}{N_{deliv}}. \quad (6.10)$$

Позначимо через ν обсяг цитрусових, що замовляється компанією-імпортером в одній суднової партії. Нехай u – мінімальний рівень запасу вантажу на складі, при досягненні якого компанії-імпортеру слід подбати про поповнення запасу цитрусових на складі. І при доставці вантажу з використанням рефрижераторних суден, і при використанні рефконтейнерів вибір значень параметрів u і ν істотно впливає на показники проекту. Тому для того, щоб зробити обґрунтований вибір найбільш ефективного проекту

створення логістичної системи при різних умовах, необхідно спочатку з'ясувати, при яких значеннях параметрів u і v кожний з розглянутих проектів має в середньому найбільші доходи. Через випадковість потоків заявок і суднозаходів всі показники проектів, включаючи середні витрати на перевезення одиниці вантажу і загальні доходи проектів, є випадковими величинами. Тому при оцінці ефективності проектів доцільно розглядати математичні сподівання цих величин [297]. У термінах наведених вище позначень питання знаходження оптимальних значень u і v можна сформулювати у вигляді задачі оптимізації

$$E(D_d(u, v)) \rightarrow \max_{u, v}, \quad (6.11)$$

де $E(D_d)$ – математичне сподівання середньодобових доходів проекту.

Залежно від сезону і кон'юнктури ринку можуть істотно змінюватися не тільки математичні сподівання і дисперсії часу між замовленнями клієнтів і час між заходами рефрижераторних суден, а й форми їх функцій розподілу, іноді наближаючись до експоненціального розподілу, а іноді, за формою нагадуючи нормальний розподіл. У табл. 6.1, на рис. 6.14 і, відповідно, в табл. 6.2, 6.3 і на рис. 6.15 представлені типові значення показників законів розподілів часу між замовленнями фірм-споживачів і часу між заходами в Одеський порт суден-рефрижераторів з Туреччини протягом одного сезону [297]. Для опису цих випадкових величин будемо використовувати гамма розподіл з відповідним чином підібраними параметрами. Значна частина цитрусових надходить в Одеський порт на рефрижераторних суднах з турецького порту Зонгулдак. Час переходу, включаючи навантажувально-розвантажувальні роботи, становить близько трьох з половиною діб. Перевезення цитрусових в рефконтейнерах може здійснюватися тільки з тих портів, через які проходять контейнерні лінії, що з'єднують їх з Одеським портом, наприклад, Стамбул і Ізмір. З одного боку, зручно, що рух контейнеровозів організовано за визначеним розкладом і є достатня кількість ліній таких відомих перевізників як ZIM, CMA CGM, Maersk, Arakas, MSC, що

пов'язують турецькі порти з Одесою. З іншого боку, не всі лінії з'єднують зазначені порти безпосередньо. Через наявність проміжних портів на шляху проходження з порту відправлення в порт призначення час доставки вантажу суттєво збільшується, а доставка стає дорожчою.

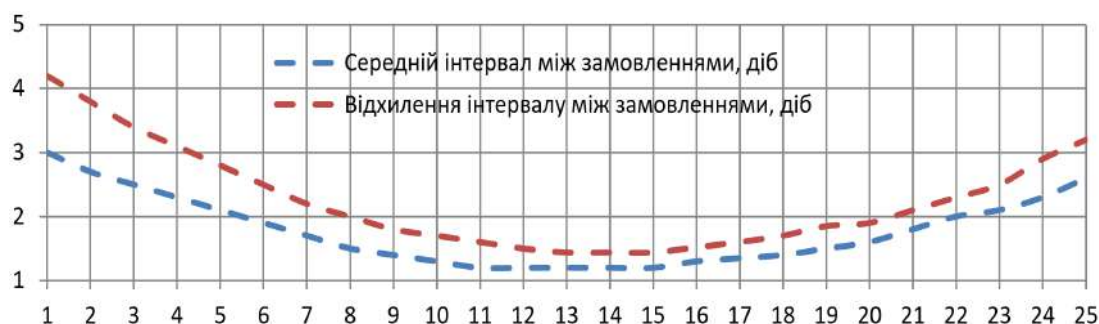


Рисунок 6.14 – Середні значення та стандартні відхилення інтервалів часу між замовленнями фірм-клієнтів

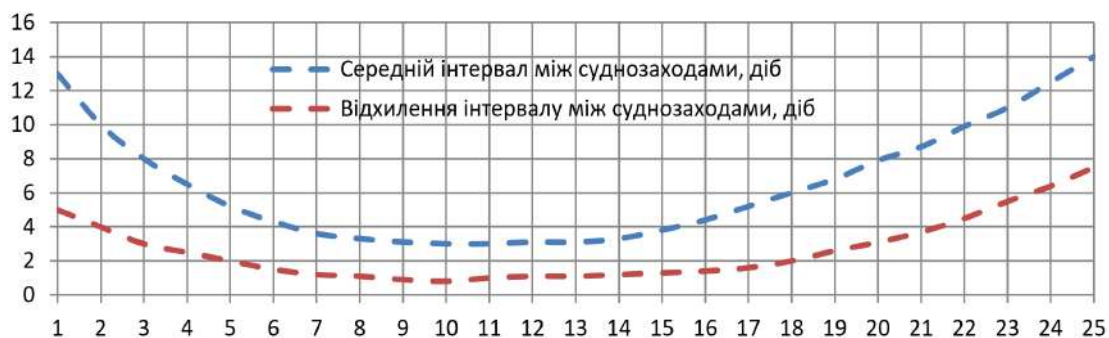


Рисунок 6.15 – Середні значення та стандартні відхилення інтервалів часу між суднозаходами

Найбільша кількість контейнерних ліній, що пов'язують турецькі порти з Одесою, проходять через Стамбул. Тому в подальших розрахунках будемо припускати, що вантаж в контейнерах доставляється зі Стамбула. Доставка вантажу з Одеси до споживачів, що знаходяться в різних регіонах України, здійснюється вантажним автотранспортом з рефрижераторними причепами.

Далі в якості неподільної одиниці вантажу розглядається партія вантажу масою 21 т, оскільки саме стільки цитрусових на палетах вміщається в стандартний сорокафутовий контейнер, і в рефрижераторний автопричіп. Для того, щоб дослідити і оптимізувати описану систему доставки, побудована СППР, що базується на дискретно-подієвій імітаційній моделі. На рис. 6.16 представлено вікно моделі під час її прогону.

Таблиця 6.1 – Сезонні змінення інтенсивностей суднозаходів і замовлень вантажу

Дата	№ спостереження	Показники потоку суднозаходів рефрижераторних суден		Показники потоку замовлень фірм-клієнтів	
		Середній інтервал між суднозаходами, діб	Відхилення інтервалу між суднозаходами, діб	Середній інтервал між замовленнями, діб	Відхилення інтервалу між замовленнями, діб
13 вер.	1	13	5	3	4,2
23 вер.	2	10	4	2,7	3,8
03 жовт.	3	8	3	2,5	3,4
13 жовт.	4	6,5	2,5	2,3	3,1
23 жовт.	5	5,2	2	2,1	2,8
02 лист.	6	4,3	1,5	1,9	2,5
12 лист.	7	3,6	1,2	1,7	2,2
22 лист.	8	3,3	1,1	1,5	2
02 груд.	9	3,1	0,9	1,4	1,8
12 груд.	10	3	0,8	1,3	1,7
22 груд.	11	3	1	1,2	1,6
01 січ.	12	3,1	1,1	1,2	1,5
11 січ.	13	3,1	1,1	1,2	1,44
21 січ.	14	3,3	1,2	1,2	1,44
31 січ.	15	3,8	1,3	1,2	1,44
10 лют.	16	4,4	1,4	1,3	1,52
20 лют.	17	5,2	1,6	1,35	1,6
02 бер.	18	6	2	1,4	1,7
12 бер.	19	6,8	2,6	1,5	1,85
22 бер.	20	7,9	3,1	1,6	1,9
01 квіт.	21	8,7	3,7	1,8	2,1
02 квіт.	22	9,9	4,5	2	2,3
03 квіт.	23	11	5,5	2,1	2,5
04 квіт.	24	12,5	6,4	2,3	2,9
05 квіт.	25	14	7,5	2,6	3,2

На рис. 6.17 представлено фрагмент кривої змінення балансу вантажу на складі фірми-імпортера під час одного з прогонів моделі при $v=5$ і $u=2$. Жирною лінією зображено обсяг запасу вантажу на складі, тонкою – рівень дефіциту, який показує необхідну кількість вантажу для задоволення всіх накопичених заявок в моменти часу, коли на складі немає вантажу. На рис. 6.18 для порівняння представлено аналогічний графік при $v=4$ і $u=1$. Крім можливості наочного представлення поточного стану системи під час прогону, імітаційна СППР дозволяє збирати статистику і оцінювати такі

показники як собівартість перевезення одиниці вантажу, доходи і витрати на транспортування і ряд інших показників.

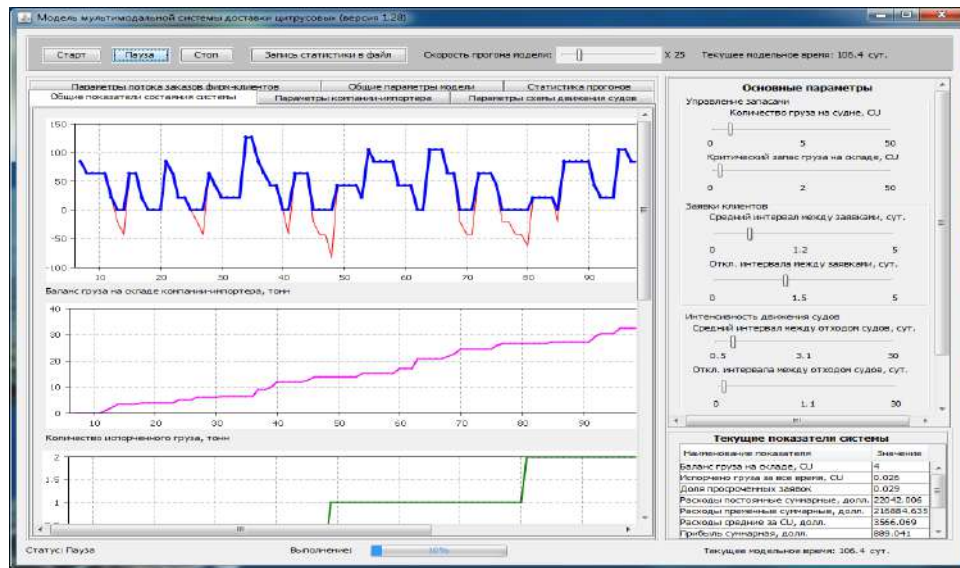


Рисунок 6.16 – Вікно моделі під час прогону

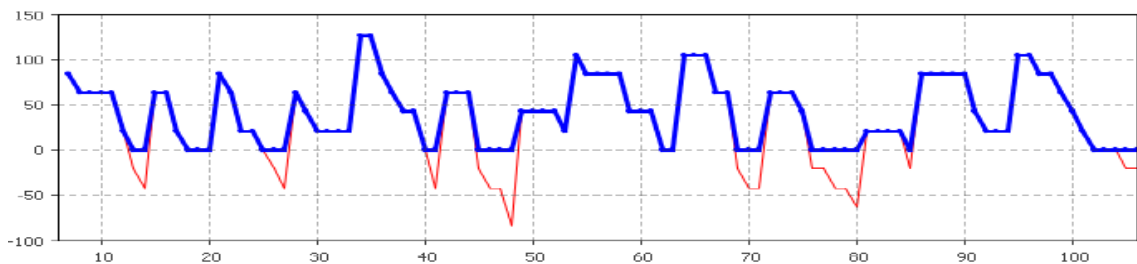


Рисунок 6.17 – Баланс вантажу на складі фірми-імпортера при $v=5$ і $u=2$

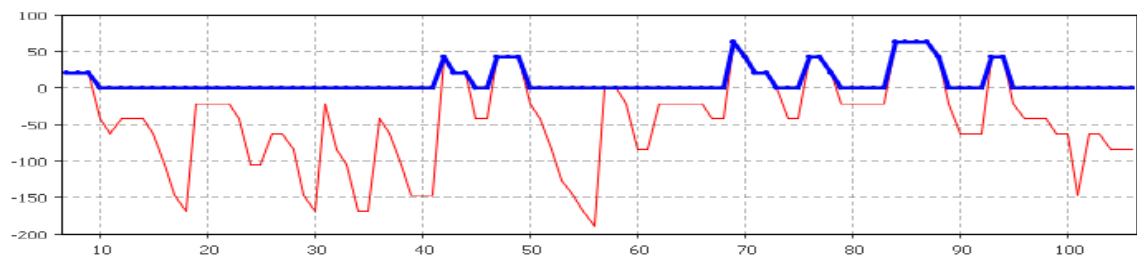


Рисунок 6.18 – Баланс вантажу на складі фірми-імпортера при $v=4$ і $u=1$

В результаті серії прогонів моделі можна отримати достатньо даних для статистичної оцінки ефективності вибору тих чи інших значень параметрів при різних інтенсивностях вантажопотоків і суднозаходів. У табл. 6.2 представлені рішення задачі оптимального управління запасами (6.11) і відповідні оптимальні показники проектів створення логістичної системи, що отримані за допомогою побудованої СППР для значень інтенсивностей вантажопотоків і суднозаходів, що наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.2 – Оптимальні показники перевезення цитрусових на рефрижераторних суднах при різних значеннях інтенсивностей вантажопотоків і суднозаходів

Дата	№ спостереження	Оптимальний обсяг вантажу на судні ν , т	Оптимальний обсяг залишку на складі u , т	Максимальний середній прибуток на добу, $E(D_d)$, дол.	Частка прострочених заявок, %	Частка зіпсованого вантажу, %	Середня величина загальних витрат, що припадають на одиницю вантажу, R_{unit} , дол.
		3	1	60	45,4	6,1	4674
23 вер.	2	4	1	128	31,7	6,8	4493
03 жовт.	3	4	1	245	26,3	5,3	4194
13 жовт.	4	3	1	316	32,2	3,3	3952
23 жовт.	5	4	1	419	20,6	3,8	3898
02 лист.	6	4	2	520	13,2	4,2	3863
12 лист.	7	4	1	659	19,0	2,3	3627
22 лист.	8	5	2	793	11,3	3,3	3670
02 груд.	9	5	2	916	10,7	2,7	3578
12 груд.	10	6	1	1003	12,8	2,4	3525
22 груд.	11	6	2	1135	10,7	2,4	3502
01 січ.	12	6	1	1137	14,4	1,7	3438
11 січ.	13	7	1	1142	9,9	2,2	3490
21 січ.	14	5	3	1127	12,3	2,1	3483
31 січ.	15	6	3	1128	9,3	2,6	3535
10 лют.	16	5	3	998	12,2	2,4	3542
20 лют.	17	5	3	911	12,4	2,7	3593
02 бер.	18	6	3	812	12,1	3,7	3719
12 бер.	19	6	2	697	18,2	3,4	3728
22 бер.	20	5	2	616	25,6	2,7	3700
01 квіт.	21	5	2	473	24,8	3,8	3875
02 квіт.	22	4	2	366	34,0	3,1	3912
03 квіт.	23	5	2	296	31,0	4,8	4120
04 квіт.	24	4	1	195	43,0	4,0	4208
05 квіт.	25	4	2	113	39,1	6,1	4513

Таблиця 6.3 – Оптимальні показники перевезення цитрусових на контейнеровозах при різних значеннях інтенсивностей вантажопотоків і суднозаходів

Дата	№ спостереження	Оптимальний обсяг вантажу на судні ν , т	Оптимальний обсяг залишку на складі u , т	Максимальний середній прибуток на добу, $E(D_d)$, дол.	Частка прострочених заявок, %	Частка зіпсованого вантажу, %	Середня величина загальних витрат, що припадають на одиницю вантажу, R_{unit} , дол.
		2	0	127	39,0	4,5	4379
23 вер.	2	3	1	195	20,6	6,5	4357
03 жовт.	3	3	1	235	19,9	5,8	4256
13 жовт.	4	3	1	292	21,8	4,9	4122
23 жовт.	5	3	1	372	25,0	3,8	3964
02 лист.	6	4	1	456	18,6	4,3	3941
12 лист.	7	4	2	562	15,8	4,2	3880
22 лист.	8	5	2	691	13,7	4,1	3822
02 груд.	9	5	3	781	11,1	4,2	3805
12 груд.	10	5	2	855	17,3	3,1	3670
22 груд.	11	6	3	953	11,2	3,9	3735
01 січ.	12	6	2	987	13,9	3,1	3649
11 січ.	13	7	2	982	8,9	3,8	3717
21 січ.	14	7	2	982	8,9	3,8	3717
31 січ.	15	7	2	982	8,9	3,8	3717
10 лют.	16	5	3	893	10,8	3,5	3705
20 лют.	17	5	2	846	13,4	3,1	3680
02 бер.	18	6	2	788	9,4	4,3	3806
12 бер.	19	4	4	716	13,7	4,0	3813
22 бер.	20	4	2	641	15,2	3,6	3785
01 квіт.	21	4	2	545	10,6	4,4	3902
02 квіт.	22	3	2	447	16,7	4,0	3924
03 квіт.	23	3	1	411	21,7	3,5	3901
04 квіт.	24	3	1	329	22,1	4,4	4047
	25	2	1	247	30,2	3,6	4087

На рис. 6.19 представлені максимальні значення середньодобового прибутку компанії-імпортера при оптимальному управлінні запасами для проектів створення логістичної системи транспортування цитрусових, що засновані на використанні рефрижераторних суден і суден-контейнеровозів. Як видно, використання рефрижераторних суден в пік сезону при правильному плануванні замовлень і запасів приносить більший прибуток, ніж використання суден-контейнеровозів. Однак, коли інтенсивності потоків замовлень і суднозаходів рефрижераторних суден зменшуються, використання контейнеровозів стає більш вигідним. І навіть при оптимальному управлінні запасами в міжсезоння спостерігається істотне збільшення частки зіпсованого вантажу (рис. 6.20) і частки прострочених заявок, що призводить до істотного збільшення собівартості перевезення вантажу і зменшення прибутку від реалізації проекту [99]. Якщо заявка від фірми-клієнта не може бути задоволена вчасно, то фірма-клієнт може анулювати свою заявку і звернутися з нею до конкуруючої компанії-імпортера. Хоча розглянута модель в своїй цільовій функції передбачає негативні наслідки для компанії-імпортера від такої ситуації у вигляді упущеної вигоди, на практиці надмірне збільшення частки відмов на додаток до цього може мати не такі явні, але ще більш небажані наслідки, які пов'язані з втратою репутації надійного постачальника і, як наслідок, відтоком частини клієнтів. Тому практичний інтерес представляє задача управління кількістю незадоволених заявок клієнтів в результаті вибору того чи іншого проекту створення логістичної системи транспортування цитрусових.

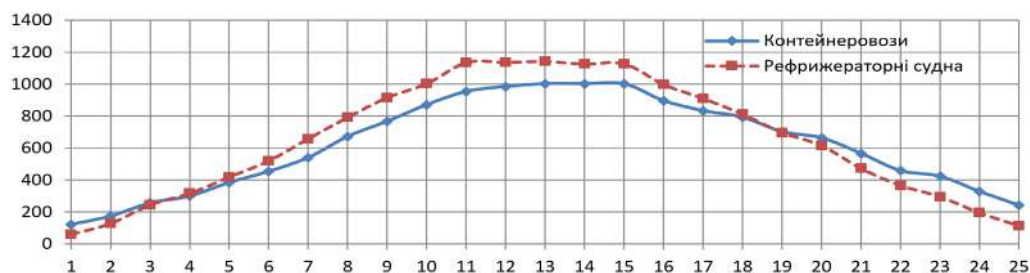


Рисунок 6.19 – Середньодобові значення прибутку при оптимальному управлінні запасами для проектів, що базуються на використанні рефрижераторних суден і контейнеровозів



Рисунок 6.20 – Частка зіпсованого вантажу при оптимальному управлінні запасами для проектів, що базуються на використанні рефрижераторних суден і контейнеровозів

На рис. 6.21 представлені криві змінення частки відмов на поставки партій цитрусових при оптимальних з точки зору прибутку компанії-імпортера стратегіях управління запасами для різних інтенсивностей потоків замовлень і суднозаходів рефрижераторних суден.



Рисунок 6.21 – Змінення частки відмов на поставки партій цитрусових при оптимальних стратегіях управління запасами для різних інтенсивностей потоків замовлень і суднозаходів рефрижераторних суден

З рис. 6.21 видно, що обрані стратегії управління запасами призводять до значного збільшення частки прострочених заявок в міжсезоння. Це показує доцільність проведення додаткових досліджень, що спрямовані на пошук і обґрунтування альтернативних стратегій управління запасами, які могли б забезпечити зменшення частки відмов за рахунок незначного зменшення рівня прибутку проекту. Найбільш простим підходом до вирішення даної проблеми могло б бути рішення поставленої в даному підрозділі задачі оптимального управління (6.11) з додаванням обмеження на максимальний рівень відмов. Більш глибокий аналіз задачі скорочення частки відмов можна провести з

використанням методів багатокритеріальної оптимізації. Обидва підходи можуть бути успішно реалізовані з використанням моделі, яка запропонована в даному підрозділі. Окремий інтерес представляє дослідження стійкості показників ефективності системи доставки до можливих випадкових змін зовнішніх факторів.

На рис. 6.22, 6.23 представлені графіки значень середньодобового прибутку компанії-імпортера, які спостерігаються протягом одного місяця, і їх 25% і 75% квантилі при оптимальних управліннях запасами для розглянутих проектів.

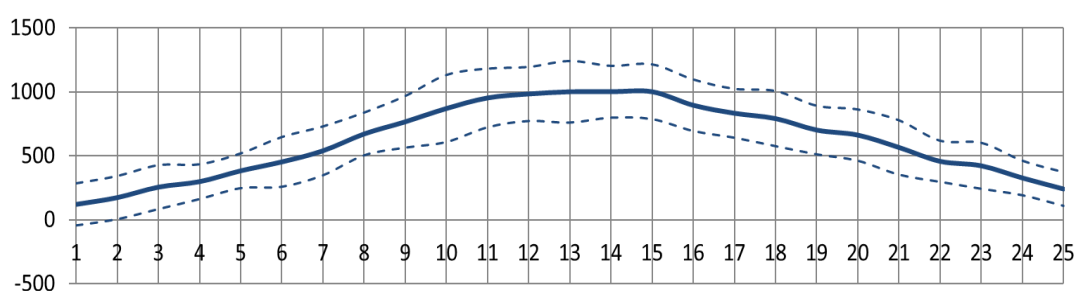


Рисунок 6.22 – Середньодобові значення прибутку і їх 25% і 75% квантилі для проекту, що базується на використанні контейнеровозів

Як видно з рис. 6.22 і 6.23, величини можливих відхилень середньодобових значень прибутку для обох схем відрізняються несуттєво.

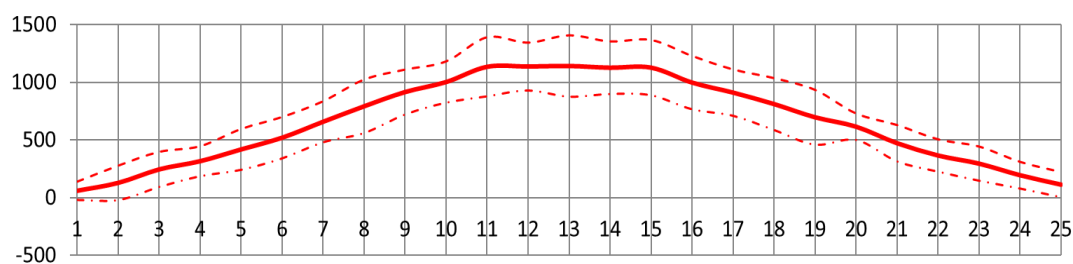


Рисунок 6.23 – Середньодобові значення прибутку і їх 25% і 75% квантилі для проекту, що базується на використанні рефрижераторних суден

Запропонована СППР дозволила оцінювати і оптимізувати такі параметри проектів створення логістичної системи як середня собівартість перевезення одиниці вантажу, середній дохід від реалізації проекту, середнє число прострочених заявок, середній час перебування вантажу на складі і в дорозі і ряд інших параметрів, а також дала можливість проводити аналіз стійкості цих показників.

6.3. Розробка методу обґрунтування параметрів проектів розвитку морського вантажного фронту сукупності взаємозамінних причалів

В задачах, що пов'язані з обґрунтуванням проектів модернізації структури парку підйомно-транспортного обладнання порту, часто виникає необхідність обґрунтування оптимального завантаження порту і його окремих виробничих перевантажувальних комплексів. Виробничий перевантажувальний комплекс (ВПК) складається із сукупності взаємозамінних причалів. Пропускна здатність морського вантажного фронту (МВФ) комплексу є одним з найважливіших елементів, що визначають виробничу потужність ВПК в цілому. Відповідно до [165], добова пропускна здатність МВФ сукупності з m причалів визначається як

$$P = \sum_{i=1}^m P_i, \quad P_i = \frac{Q_{ci} t_{\text{эф}}}{Q_{ci} / (N_i P_{\text{ТЛі}}) + \tau_{\text{допі}}}, \quad (6.12)$$

де P_i – добова пропускна здатність МВФ i -го причалу;

Q_{ci} – завантаження судна;

$t_{\text{эф}}$ – тривалість роботи причалу протягом доби;

N_i – кількість технологічних ліній на МВФ i -го причалу;

$P_{\text{ТЛі}}$ – продуктивність однієї технологічної лінії;

$\tau_{\text{допі}}$ – тривалість допоміжних операцій, що виконуються з судном біля причалу, включаючи очікування початку вантажних робіт.

Завантаження МВФ Q на даному відрізку часу не повинна перевищувати його пропускну здатність, в іншому випадку ВПК не зможе впоратися з таким вантажопотоком. Завантаження, що дорівнює пропускній спроможності, вже може бути освоєне комплексом і, якщо при цьому судна будуть прибувати строго за розкладом з інтервалом, що дорівнює часу їх обслуговування, то на рейді не буде виникати черг. Однак, через нерівномірність прибуття і обробки суден така організація спільної роботи порту і перевізників практично неможлива. Отже при наближенні

завантаження до пропускної спроможності в порту починають накопичуватися великі черги суден, які очікують обробки, що пов'язане з неприпустимо великими фінансовими втратами клієнтів порту. Завантаження МВФ на практиці ніколи не доводять до граничного значення.

Метою даного підрозділу є розробка методу обґрунтування параметрів проектів розвитку ВПК, що враховує нерівномірність суднозаходів та дослідження впливу ступеня завантаження сукупності взаємозамінних причалів, що входять в ВПК, на показники ефективності цих проектів.

Розглянемо проект модернізації ВПК, що складається з m причалів. З огляду на нерівномірність прибуття суден, кількість зайнятих причалів на такому комплексі є випадковою величиною. Позначимо P_γ ймовірність того, що на комплексі буде зайнято γ причалів (ймовірність γ -го стану системи).

Так як число одночасно зайнятих причалів γ в будь-який момент часу може приймати тільки одне зі значень $0, 1, \dots, m$, то $\sum_{\gamma=0}^m P_\gamma = 1$. Будемо виходити з

припущення, що причали займаються суднами в порядку спадання розрахункового часу їх обслуговування. Будемо також вважати, що ресурси розподіляються рівномірно між суднами, що знаходяться на прямолінійній ділянці МВФ, і на одному причалі може перебувати тільки одне судно. Очевидно, що можливі й інші варіанти дисципліни черги, наприклад, при розподілі ресурсів між суднами може бути використаний так званий принцип «вузького фронту», можуть бути задані пріоритети обробки суден і т.п.

Можливість переміщення стаціонарних машин між причалами залежить, перш за все, від конфігурації причальної лінії МВФ. Розглянемо найпростіший випадок, коли МВФ має ламану лінію причального фронту, що не дозволяє переміщати перевантажувальні установки з причалу на причал, а тривалість обслуговування суден на окремих причалах різна. Пронумеруємо окремі причали в порядку спадання їх продуктивності і позначимо через t_j середню тривалість обробки судна на причалі з j -м порядковим номером. Тоді

$$t_j = \frac{Q_{cj}}{N_j P_{ТЛj}} + \tau_{допj}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (6.13)$$

Інтенсивність обслуговування суден, коли система знаходиться в γ -му стані, складе

$$\mu_\gamma = \sum_{j=1}^{\gamma} \frac{1}{t_j}, \quad \gamma = \overline{1, m}. \quad (6.14)$$

Якщо МВФ має пряму лінію причального фронту, яка допускає переміщення установок з одного причалу на інший, то в періоди відсутності робіт на якомусь з причалів машини по підкранових рейкових шляхах переміщуються на працюючі причали для прискорення обробки суден. Таким чином, в моменти неповної зайнятості МВФ загальне зниження інтенсивності вантажних робіт через зменшення кількості одночасно оброблюваних суден частково, а іноді навіть повністю компенсується прискоренням обробки суден, які вже прибули. У цьому випадку тривалість обслуговування суден на всіх працюючих причалах однакова і визначається середнім числом установок, що виділяються на судно.

Користуючись виразом (6.14), визначимо інтенсивність обслуговування одного судна на окремих ділянках ВПК з урахуванням можливості переміщення установок уздовж причальної лінії кожної ділянки. Очевидно, що в міру збільшення завантаження будуть збільшуватися ймовірності станів, в яких зайняті всі або майже всі причали. У зв'язку з цим будуть змінюватися і показники, що характеризують ефективність обслуговування суден в порту. Причому від ступеня завантаження залежать не тільки показники, що характеризують перебування суден в черзі, а й показники обслуговування вже прийнятих під обробку суден. Якщо перша залежність очевидна, то друга пояснюється наявністю взаємопомочі, яка полягає в тому, що вільні від роботи машини переміщуються на суміжний причал для прискорення обробки судна, яке знаходиться на ньому.

Проаналізуємо залежність показників ефективності проекту розвитку ВПК (середнього часу очікування в черзі, середньої тривалості обробки і ін.)

від інтенсивності прибуття суден. При даній системі взаємодопомоги найпростіша схема загибелі і розмноження до даної моделі не може бути застосована. Тому для вирішення поставленої задачі будемо виходити із загальної моделі марківського ланцюга [116]. Будемо вважати, що час між прибуттям суден і час обробки суден є випадковими величинами з пуассонівським розподілом. Розглянемо проект розвитку ВПК, що включає три причали з рейдом n суден. Стани даної системи в момент часу t можна описати набором з чотирьох чисел (i, j, k, r) , де i, j і k приймають значення 1, якщо відповідно перший, або другий, або третій причали зайняті, і 0, якщо відповідні причали вільні. Значення останньої змінної $r = 0, \dots, n$ показує кількість суден на рейді. Для зручності позначимо стани системи:

$$\begin{aligned} C_1 &= (0,0,0,0), & C_2 &= (1,0,0,0), & C_3 &= (0,1,0,0), & C_4 &= (0,0,1,0), \\ C_5 &= (1,1,0,0), & C_6 &= (1,0,1,0), & C_7 &= (0,1,1,0), & C_8 &= (1,1,1,0), \\ C_9 &= (1,1,1,0), & C_{10} &= (1,1,1,1), & C_{11} &= (1,1,1,2), & \dots, & C_{8+n} &= (1,1,1,n). \end{aligned}$$

При заданій схемі організації робіт інтенсивність обробки судна на i -му причалі в момент часу t залежить від того, в якому стані знаходяться інші причали. Позначимо $\mu_{i\gamma}$ – середню інтенсивність обробки суден на i -му причалі, коли ВПК знаходиться в γ -му стані, а λ – середню інтенсивність надходження суден на ВПК. При цьому $\mu_{i8} = \mu_{i\gamma}$ для всіх $i = \overline{1,3}$, $\gamma = \overline{9,n}$. Позначимо $\mu = \mu_{18} + \mu_{28} + \mu_{38}$. Події, що складаються в тому, що в довільний фіксований момент часу t система знаходиться в стані C_i , $i = \overline{1, \dots, 8+n}$, утворюють повну групу подій. Позначимо $p_i(t)$ – ймовірність того, що в момент часу t система знаходиться в стані C_i . Знаючи ймовірності кожного зі станів C_i , коли система вже функціонує тривалий час, можна легко знайти всі показники обслуговування суден на ВПК. Для цього, використовуючи стандартний метод (див., наприклад, [58, 116]), складемо диференціальні рівняння, а потім перейдемо до рівнянь для стаціонарних ймовірностей. Зафіксуємо деякий момент часу t і малий проміжок часу Δt . Знайдемо

ймовірність того, що в момент часу $t + \Delta t$ ВПК буде перебувати в стані C_1 .

Маємо

$$p_1(t + \Delta t) = p_1(t) \cdot (1 - \lambda \cdot \Delta t) + p_2(t) \cdot \mu_{12} \cdot \Delta t + p_3(t) \cdot \mu_{23} \cdot \Delta t + p_4(t) \cdot \mu_{34} \cdot \Delta t + o(\Delta t). \quad (6.15)$$

Після граничного переходу при $\Delta t \rightarrow 0$ з (6.17) отримаємо

$$\frac{p_1(t)}{t} = -p_1(t) \cdot \lambda + p_2(t) \cdot \mu_{12} + p_3(t) \cdot \mu_{23} + p_4(t) \cdot \mu_{34}. \quad (6.16)$$

Аналогічно складаються рівняння для інших станів системи. В результаті отримаємо наступну систему лінійних диференціальних рівнянь [116]

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{p_1(t)}{t} = -p_1(t) \cdot \lambda + p_2(t) \cdot \mu_{12} + p_3(t) \cdot \mu_{23} + p_4(t) \cdot \mu_{34} \\ \frac{p_2(t)}{t} = p_1(t) \cdot \lambda - p_2(t) \cdot (\lambda + \mu_{12}) + p_5(t) \cdot \mu_{25} + p_6(t) \cdot \mu_{36} \\ \frac{p_3(t)}{t} = -p_3(t) \cdot (\lambda + \mu_{23}) + p_5(t) \cdot \mu_{15} + p_7(t) \cdot \mu_{37} \\ \frac{p_4(t)}{t} = -p_4(t) \cdot (\lambda + \mu_{34}) + p_6(t) \cdot \mu_{16} + p_7(t) \cdot \mu_{27} \\ \frac{p_5(t)}{t} = -p_5(t) \cdot (\lambda + \mu_{15} + \mu_{25}) + (p_2(t) + p_3(t)) \cdot \lambda + p_8(t) \cdot \mu_{38} \\ \frac{p_6(t)}{t} = -p_6(t) \cdot (\lambda + \mu_{16} + \mu_{36}) + p_4(t) \cdot \lambda + p_8(t) \cdot \mu_{28} \\ \frac{p_7(t)}{t} = -p_7(t) \cdot (\lambda + \mu_{27} + \mu_{37}) + p_8(t) \cdot \mu_{18} \\ \frac{p_8(t)}{t} = -p_8(t) \cdot (\lambda + \mu) + (p_5(t) + p_6(t) + p_7(t)) \cdot \lambda + p_9(t) \cdot \mu \\ \frac{p_i(t)}{t} = p_{i-1}(t) \cdot \lambda - p_i(t) \cdot (\lambda + \mu) + p_{i+1}(t) \cdot \mu \quad (i = 9, \dots, 8+n) \\ \frac{p_{8+n}(t)}{t} = p_{7+n}(t) \cdot \lambda - p_{8+n}(t) \cdot \mu \end{array} \right. \quad (6.17)$$

Рішення системи диференціальних рівнянь (6.17) за умови нормування

$\sum_{i=1}^{n+8} p_i = 1$ і при деяких початкових умовах дасть повну інформацію про дану

систему масового обслуговування. Для отримання граничних ймовірностей в стаціонарному режимі перейдемо в (6.17) до границі при $t \rightarrow \infty$. Позначаючи

$p_i = \lim_{t \rightarrow \infty} p_i(t)$, отримаємо

$$\begin{cases}
 0 = -p_1 \cdot \lambda + p_2 \cdot \mu_{12} + p_3 \cdot \mu_{23} + p_4 \cdot \mu_{34} \\
 0 = p_1 \cdot \lambda - p_2 \cdot (\lambda + \mu_{12}) + p_5 \cdot \mu_{25} + p_6 \cdot \mu_{36} \\
 0 = -p_3 \cdot (\lambda + \mu_{23}) + p_5 \cdot \mu_{15} + p_7 \cdot \mu_{37} \\
 0 = -p_4 \cdot (\lambda + \mu_{34}) + p_6 \cdot \mu_{16} + p_7 \cdot \mu_{27} \\
 0 = -p_5 \cdot (\lambda + \mu_{15} + \mu_{25}) + (p_2 + p_3) \cdot \lambda + p_8 \cdot \mu_{38} \\
 0 = -p_6 \cdot (\lambda + \mu_{16} + \mu_{36}) + p_4 \cdot \lambda + p_8 \cdot \mu_{28} \\
 0 = -p_7 \cdot (\lambda + \mu_{27} + \mu_{37}) + p_8 \cdot \mu_{18} \\
 0 = -p_8 \cdot (\lambda + \mu) + (p_5 + p_6 + p_7) \cdot \lambda + p_9 \cdot \mu \\
 0 = p_{i-1} \cdot \lambda - p_i \cdot (\lambda + \mu) + p_{i+1} \cdot \mu \quad (i = 9, \dots, 8+n) \\
 0 = p_{7+n} \cdot \lambda - p_{8+n} \cdot \mu
 \end{cases} \quad (6.18)$$

З рішення системи (6.18) з урахуванням умови нормування легко знайти показники ефективності обробки суден [116]. Наведемо чисельні результати, коли черга на рейді обмежена 12 суднами, а ВПК з прямолінійним МВФ складається з трьох причалів з дев'ятьма установками продуктивністю 50 т/год. кожна. Середнє завантаження судна дорівнює 10000 т, верхня межа концентрації – три установки на судно. В цьому випадку середні умовні інтенсивності обробки суден на причалах дорівнюють

$$\begin{aligned}
 \mu_{12} = \mu_{23} = \mu_{34} = \mu_{15} = \mu_{25} = \mu_{16} = \mu_{36} = \mu_{27} = \mu_{37} = 0.0153846, \\
 \mu_{18} = \mu_{28} = \mu_{38} = 0.0122448.
 \end{aligned} \quad (6.19)$$

В міру збільшення завантаження ВПК спостерігається порівняно невелике зростання середнього часу вантажної обробки судна з 65,13 год. до 80,00 год. при стрімкому збільшенні часу очікування на рейді з 0,01 год. до 132,78 год. і часу стоянки судна в порту з 65,14 год. до 212,78 год. Показники обслуговування суден практично не залежать від k_s при завантаженні менш за 0,33–0,38, їх помітне погіршення відбувається тільки при переході через це бар'єрне значення (табл. 6.4, рис. 6.24). На підставі отриманої залежності показників ефективності обслуговування суден від ступеня завантаження ВПК при даних фіксованих параметрах процесу можна легко знайти оптимальне завантаження комплексу, при якому досягається максимум прибутку в системі «порт-перевізники-клієнти».

Таблиця 6.4 – Змінення показників обслуговування суден від завантаження ВПК

Коефіцієнт зайнятості причалі в ВПК	Інтенсивність суднопотоку, судно/год.	Імовірність знаходження на ВПК жодного судна	Імовірність знаходження на ВПК одного судна	Імовірність знаходження на ВПК двох суден	Імовірність знаходження на ВПК трьох суден	Імовірність того, що на рейді є хоч одне судно	Імовірність відмови	Середнє число суден на ВПК (без рейду)	Середній час вантажної обробки, год.	Середній час очікування на рейді, год.	Середній час стоянки (рейд + обробка), год.
0,05	0,002	0,878	0,114	0,007	0,114	0,000	0,000	0,130	65,126	0,012	65,139
0,11	0,004	0,770	0,200	0,026	0,200	0,000	0,000	0,262	65,467	0,097	65,564
0,16	0,006	0,675	0,263	0,051	0,263	0,002	0,000	0,396	65,976	0,326	66,302
0,22	0,008	0,591	0,307	0,080	0,307	0,005	0,000	0,534	66,619	0,774	67,393
0,27	0,010	0,515	0,335	0,109	0,335	0,011	0,000	0,675	67,371	1,523	68,894
0,33	0,012	0,448	0,349	0,136	0,349	0,022	0,000	0,820	68,210	2,674	70,884
0,38	0,014	0,388	0,353	0,161	0,353	0,038	0,000	0,971	69,122	4,348	73,470
0,44	0,016	0,334	0,347	0,180	0,347	0,061	0,001	1,125	70,093	6,711	76,804
0,49	0,018	0,285	0,333	0,195	0,333	0,092	0,003	1,285	71,112	9,981	81,093
0,54	0,020	0,241	0,313	0,203	0,313	0,132	0,005	1,449	72,170	14,462	86,632
0,60	0,022	0,201	0,287	0,205	0,287	0,183	0,009	1,617	73,256	20,559	93,815
0,65	0,024	0,165	0,257	0,201	0,257	0,246	0,016	1,790	74,359	28,785	103,144
0,71	0,026	0,133	0,224	0,189	0,224	0,320	0,024	1,964	75,464	39,701	115,164
0,76	0,028	0,104	0,189	0,172	0,189	0,404	0,034	2,138	76,547	53,768	130,315
0,82	0,030	0,079	0,153	0,150	0,153	0,496	0,044	2,308	77,578	71,069	148,647
0,87	0,032	0,057	0,119	0,124	0,119	0,591	0,054	2,465	78,518	91,011	169,529
0,93	0,034	0,040	0,089	0,098	0,089	0,682	0,062	2,604	79,334	112,211	191,545
0,98	0,036	0,027	0,063	0,074	0,063	0,764	0,065	2,719	80,001	132,780	212,781

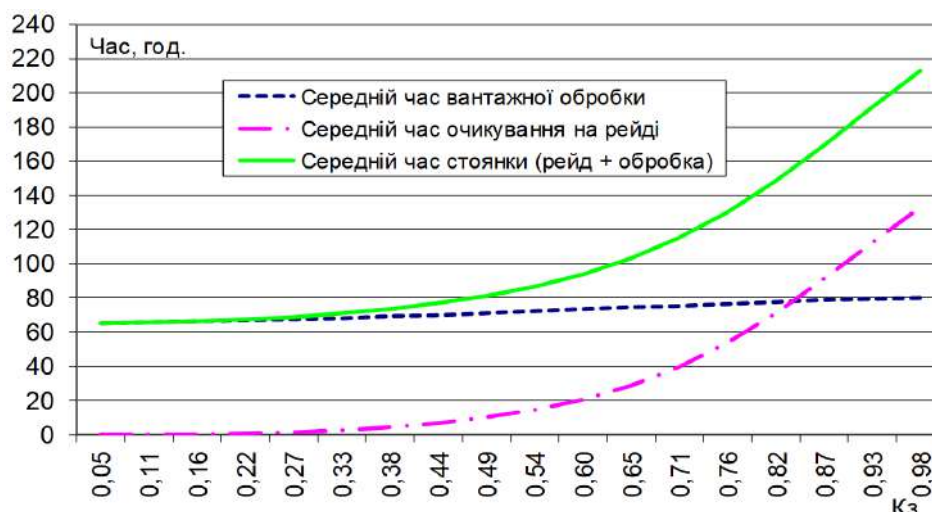


Рисунок 6.24 – Зміна часу вантажної обробки, очікування на рейді і стоянки судна в порту в залежності від завантаження ВПК

Користуючись таким методом, можна вирішити і зворотну задачу – оптимізувати параметри проекту модернізації ВПК при даному завантаженні ВПК, наприклад, число причалів і кількість перевантажувальних установок на них, знаходити найкращий варіант організації дисципліни черги і т.д.

6.4. Створення системи підтримки прийняття рішень щодо проектів модернізації парку портового обладнання, яке функціонує в умовах непостійного завантаження

З огляду на, що морський транспорт є досить специфічною сферою діяльності, який залежить від значної кількості випадкових факторів, прийняття рішень щодо реалізації проектів реконструкції наявних, або будівництва нових гідротехнічних споруд, або змінення структури портового перевантажувального обладнання вимагає детального обґрунтування [70, 341]. Ухвалення закону про порти України [66] офіційно закріпило статус учасників ринку перевалки вантажу в портах, що дало новий імпульс для розвитку вітчизняних портів. Держава надала широкі права портовим операторам (стивідорним компаніям будь-якої форми власності), залишивши за собою в особі адміністрації портів України право власності та управління об'єктами

портової інфраструктури, що мають стратегічне значення. Відповідно до цього закону портові оператори отримали можливість укласти з адміністрацією портів України договори на забезпечення доступу до причалів строком до 49 років і право самостійно приймати рішення про організацію процесів перевалки вантажів на цих причалах за умови дотримання техніки безпеки та інших загальнообов'язкових норм і законів. Отримавши широкі можливості, відтепер стивідорні компанії повинні самостійно вибирати шляхи свого розвитку так, щоб успішно конкурувати на ринку портових послуг. Одним із складних і важливих питань при обґрунтуванні проектів розвитку морських терміналів є питання вибору оптимальної структури парку підйомно-транспортних машин, залучення інноваційного обладнання та розробки нових ефективних технологій перевалки вантажів. Дане питання суттєво ускладнюється через те, що змінення інтенсивностей вантажопотоків в більшості випадків мають нерівномірний і випадковий характер.

Проекти придбання та використання портового підйомно-транспортного обладнання є дуже капіталомісткими і мають досить тривалий життєвий цикл. Наприклад, проект придбання та використання порталного крану може тривати декілька десятиліть. Тому такі проекти вимагають ретельного обґрунтування. Разом з тим, в даний час значна частина портового обладнання українських портів досягла граничного рівня зносу [180] і вимагає невідкладних заходів по його заміні або модернізації. Дослідженню питань функціонування портового обладнання, а також вивченню питань планування ремонтів і замін обладнання присвячено ряд робіт, проте в цьому напрямку досі існують проблеми, які залишаються дослідженими недостатньо. В окремих випадках хороші результати можуть бути отримані з використанням класичних методів масового обслуговування та оптимізації [174, 204, 271, 315]. Однак, коло проблем, які можуть бути досліджені такими методами, істотно обмежене. Тому разом з класичними методами в даний час активно розвиваються і використовуються на практиці наукові методи, що орієнтовані

на активне використання комп'ютерних обчислювальних систем, побудову імітаційних моделей, пошук і обґрунтування ефективних алгоритмів знаходження оптимальних рішень [299, 230, 350].

Через високу собівартість простою суден [100] великим попитом у вантажовласників користуються морські термінали, які здатні скоротити час стоянки суден за рахунок забезпечення високої інтенсивності вантажних робіт. Якщо портовий оператор при укладанні договорів на перевалку вантажу гарантуватиме високу швидкість обробки суден, це, звичайно, буде сприяти залученню вантажопотоків. Але, з іншого боку, порушення зафіксованих термінів обробки суден спричинить значні штрафи для портового оператора. Таким чином, при плануванні роботи морського терміналу необхідно ретельно оцінювати співвідношення бажаних показників ефективності обробки суден з технічними можливостями терміналу.

У даному підрозділі досліджуються практичні та теоретичні аспекти створення систем підтримки прийняття рішень щодо проектів інноваційного розвитку парку портового обладнання, яке функціонує в умовах непостійного завантаження.

В більшості випадків причали українських портів оснащені універсальними порталними кранами на рейковому ході. Використання таких кранів має ряд переваг, однак в разі ламаної причальної лінії морського терміналу ці крани не можуть пересуватися між причалами, що істотно скорочує коефіцієнт їх використання [180]. Альтернативою можуть служити мобільні крани великої вантажопідйомності на пневмоході. Головною перевагою мобільних кранів є здатність оперативно пересуватися між причалами таким чином, щоб ефективність їх використання була найбільшою. Використання мобільних кранів представляє великий практичний інтерес, проте, в українських портах такі крани поки не набули широкого поширення.

Розглянемо проект модернізації обладнання морського терміналу, який складається з чотирьох взаємозамінних причалів з ламаної причальної лінією,

на якому ведеться перевалка насипних вантажів. Позначимо T – горизонт планування, N – кількість вантажних партій, що надійшли на термінал за проміжок часу T . Загальний прибуток від проекту модернізації обладнання портового оператора [298] будемо розраховувати за формулою

$$P = D - R_{опер} - R_{кан} - R_{заг} - R_{прич} - R_{дем}, \quad (6.20)$$

де D – доходи від перевалки вантажу,

$R_{опер}$ – сукупні операційні витрати на обладнання, яке працює на МВФ, що включають в себе витрати на паливно-мастильні матеріали і електроенергію, технічне обслуговування обладнання і зарплату робітників, а також витрати на засоби малої механізації, які забезпечують роботу обладнання МВФ,

$R_{кан}$ – капітальні витрати – витрати на придбання обладнання, що працює на МВФ, його капітальні ремонти і модернізацію,

$R_{заг}$ – загальні витрати портового оператора, що включають в себе адміністративні витрати,

$R_{прич}$ – плата портового оператора за послуги з забезпечення доступу до причалів [66],

$R_{дем}$ – демередж.

Доходи портового оператора розраховуються за формулою

$$D = \sum_i m_i \cdot r_i^{дох}, \quad (6.21)$$

де підсумовування ведеться за всіма судновими партіями i , обробленими за проміжок часу T ,

m_i – маса вантажу в i -ій судновій партії, т,

$r_i^{дох}$ – ставка за перевалку одиниці вантажу i -ї суднової партії, дол/т.

Сукупні операційні витрати на обладнання [298] визначаються як

$$R_{опер} = \sum_j \left(r_j^{un} \cdot T + \int_0^T r_j^{up} \cdot \rho_j(\tau) d\tau \right), \quad (6.22)$$

де підсумовування ведеться за всіма одиницями обладнання j на терміналі,

r_j^{un} – середня інтенсивність витрат на j -у одиницю обладнання, що не залежать від інтенсивності використання цього обладнання, (дол./добу) (зарплата обслуговуючого персоналу, планове технічне обслуговування обладнання, тощо),

r_j^{up} – середня інтенсивність витрат на j -у одиницю обладнання, що залежать від інтенсивності використання обладнання при повній його зайнятості (дол./добу) (витратні, паливно-мастильні матеріали, електроенергія, тощо),

$\rho_j(\tau)$ – коефіцієнт використання j -ої одиниці обладнання в момент часу τ .

Капітальні витрати розраховуються за формулою

$$R_{kan} = \sum_j r_j^{kan} \cdot T, \quad (6.23)$$

де r_j^{kan} – середньодобовий показник капітальних витрат по j -ій одиниці обладнання дол./добу,

$$r_j^{kan} = \frac{\sum_k R_j^k}{t_j}, \quad (6.24)$$

де t_j – планований термін використання j -ої одиниці обладнання,

$\sum_k R_j^k$ – сума всіх планованих капітальних витрат на j -у одиницю обладнання

за весь час її використання, включаючи витрати на придбання та капітальні ремонти.

Загальні витрати портового оператора знаходяться за формулою

$$R_{zag} = r^{zag} \cdot T, \quad (6.25)$$

де r^{zag} – середньодобовий показник загальних витрат терміналу, дол./добу.

$$R_{npuch} = \sum_i m_i \cdot r_i^{npuch}, \quad (6.26)$$

де підсумовування ведеться за всіма судновими партіями i , які оброблені за проміжок часу T ,

r_i^{npuch} – ставка на послуги із забезпечення доступу портового оператора до причалу за одиницю вантажу i -ї суднової партії, дол./т.

Демередж, що виплачується портовим оператором за затримку суден понад норму, становить

$$R_{дем} = \sum_i \max(0; t_i^{зак.факт} - t_i^{зак.план}) \cdot r_i^{дем}, \quad (6.27)$$

де підсумовування ведеться за всіма судновими партіями i , що оброблені за проміжок часу T ,

$t_i^{зак.факт}$ – фактичний час закінчення обробки i -ї партії вантажу,

$t_i^{зак.план}$ – планований час закінчення обробки i -ї партії вантажу,

$r_i^{дем}$ – ставка демереджа за затримку судна з i -ї судової партії, дол./добу.

Планований час закінчення обробки $t_i^{зак.план}$ визначається, виходячи з норм обробки суден, встановлених на терміналі, і фіксується в договорі ще до приходу судна. Фактичний час закінчення обробки судна $t_i^{зак.факт}$ з'ясовується безпосередньо в процесі обробки і визначається співвідношенням

$$\int_{t_i^{поч.нав}}^{t_i^{зак.факт}} \sum_j \rho_{ij}(\tau) \cdot v_{ij} d\tau = m_i, \quad (6.28)$$

де підсумовування ведеться по всіх кранах j , що знаходяться на МВФ i -го причалу,

$t_i^{поч.нав}$ – час початку навантаження судна,

$\rho_{ij}(\tau)$ – коефіцієнт використання j -ї одиниці обладнання на i -му причалі в момент часу τ ,

v_{ij} – продуктивність j -ї одиниці обладнання на i -му причалі, т/добу.

Для багатьох питань найбільш природним показником ефективності роботи портового оператора можна вважати величину середньодобового прибутку $P_{ооб} = P/T$.

Вивчимо питання знаходження структури парку обладнання, при якій величина середньодобового прибутку при реалізації проекту модернізації обладнання морського терміналу приймає максимальне значення в умовах нерівномірного випадкового вантажопотоку. Розглянемо два альтернативних

проекти модернізації обладнання морського терміналу: проект оснащення терміналу стаціонарними порталними кранами і проект оснащення терміналу мобільними кранами на пневмоході. Розглянуту задачу оптимального управління можна записати у вигляді

$$E(P_{\text{дооб}}(n_{\text{ст}}, n_{\text{моб}}, f_{\text{пр}}(t), f_{\text{вант}}(m))) \rightarrow \max, \quad (6.29)$$

де оптимізується математичне сподівання середньодобового прибутку від реалізації проекту,

$n_{\text{ст}}$ – кількість стаціонарних кранів на терміналі,

$n_{\text{моб}}$ – кількість мобільних кранів на терміналі,

$f_{\text{пр}}(t)$ – функція розподілу часу між прибуттям вантажних партій на термінал,

$f_{\text{вант}}(m)$ – функція розподілу розмірів вантажних партій.

Мобільні крани оперативно розподіляються між причалами, на яких в даний момент часу ведуться вантажні роботи. Спосіб розподілу стаціонарних кранів між причалами терміналу визначається в результаті рішення відповідної задачі оптимізації. Проблема вибору оптимальних параметрів проекту суттєво ускладнюється тим, що на практиці розміри суднових партій і інтервали між їх прибуттям на термінал можуть змінюватися випадковим чином в досить широкому діапазоні. Закони розподілу розмірів суднових партій і часу прибуття залежать від ряду факторів і можуть бути найрізноманітнішими. Тому область використання класичних методів масового обслуговування істотно обмежена [204, 271]. У той же час, ефективність методів, що засновані на імітаційному моделюванні, практично не залежить від виду законів розподілу досліджуваних випадкових величин [299, 350], що в багатьох випадках робить їх використання більш привабливим.

Вибір законів розподілу параметрів вантажопотоку повинен виконуватися на підставі статистичного аналізу для кожного конкретного випадку. Далі будемо припускати, що розміри суднових партій є незалежними рівномірно розподіленими випадковими величинами в інтервалі від 2 до

40 тис. т, а інтервал між надходженням судових партій має нормальний закон розподілу з параметрами $a = 3,9$ і $\sigma = 1,2$. Також будемо враховувати, що межі концентрації обладнання на судні і норми обробки суден варіюються в залежності від параметрів судна, а параметри суден, в свою чергу, повинні відповідати даним вантажних партій.

Для дослідження поставленої задачі на мові Java побудована СППР. Запропонована СППР дозволила кількісно оцінювати економічні показники проектів модернізації парків підйомно-транспортного обладнання. При моделюванні передбачалося, що термінал складається з чотирьох взаємозамінних причалів. Обмеження на довжину судна для кожного з причалів складають 220, 200, 180 і 140 м відповідно. Обмежень за осадкою суден для прийняття розглянутого діапазону судових партій немає. Максимальна концентрація обладнання на МВФ причалів становить 6, 6, 5 і 4 одиниць відповідно, що залежить від характеристик причалів і параметрів суден, які можуть бути прийняті під обробку на відповідних причалах. Ставка на виконання ВРР залежить від типу вантажу і в середньому становить 5,2 дол./т. Норма обробки визначається для кожного вантажу і судна окремо шляхом множення валової норми на коефіцієнт, що відповідає групі судна. У разі, якщо група судна не встановлена, то вона визначається відповідно до [189]. Валова норма обробки в середньому дорівнює 2 тис.т /добу. Поправочні коефіцієнти до валових норм обробки суден наведені в табл. 6.5 [189].

Таблиця 6.5 – Поправочні коефіцієнти до валових норм обробки суден

Група судна	1	2-3	4	5	6-8
Поправочний коефіцієнт	0,27	0,62	0,81	1,0	1,22

Середньодобовий показник загальних витрат ВПК становить 8500 дол./добу, $r_i^{првч} = 0,39$ дол./т. Для стаціонарного перевантажувального обладнання на МВФ максимальна продуктивність $\nu = 120$ т/год., а інтенсивності операційних і капітальних витрат дорівнюють $r^{un} = 105$ дол./добу, $r^{up} = 610$ дол./добу і $r^{kan} = 350$ дол./добу. Відповідні показники для

мобільного перевантажувального обладнання на МВФ складають $\nu = 120$ т/год., $r^{un} = 125$ дол./добу, $r^{up} = 650$ дол./добу і $r^{kap} = 360$ дол./добу. У табл. 6.6 і 6.7 наведені математичні сподівання показників проектів модернізації морського терміналу при різних структурах парку обладнання, що розраховані на підставі результатів багаторазових прогонів моделі [298]. Побудована СППР дозволяє досліджувати задачу вибору оптимального проекту модернізації парку обладнання на терміналі в умовах непостійного вантажопотоку.

Таблиця 6.6 – Середньодобові показники проектів модернізації морського терміналу за рахунок придбання стаціонарного обладнання (дол./добу)

Кількість стаціонарного обладнання	Операційні витрати	Капітальні витрати	Демередж	Середньодобовий прибуток
8	3783,21	2800,01	6,46	1895,54
9	3745,52	3150,01	0,02	1640,53
10	3850,37	3500,01	0,00	1185,70
11	3955,36	3850,01	0,00	678,32
12	4060,53	4200,01	0,00	223,15

Таблиця 6.7 – Середньодобові показники проектів модернізації морського терміналу за рахунок придбання мобільного обладнання, дол./добу

Кількість мобільного обладнання	Операційні витрати	Капітальні витрати	Демередж	Середньодобовий прибуток
6	3664,45	2160,01	2489,65	221,97
7	3781,18	2520,01	230,19	1953,85
8	3899,15	2880,01	0,00	1706,06
9	4017,81	3240,01	0,00	1183,20
10	4137,78	3600,01	0,00	703,23
11	4257,76	3960,01	0,00	223,25

На підставі цієї моделі запропоновано метод оцінки ефективності та оптимізації проектів модернізації ВПР при різних структурах парку великого підйомно-транспортного обладнання на МВФ.

6.5. Висновки до шостого розділу

1. Запропоновано методи розробки систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку інфраструктури морського транспорту з урахуванням найважливіших внутрішніх особливостей та зовнішніх умов функціонування відповідних транспортних систем.

2. Головні задачі, на вирішення яких спрямовані СППР відносно проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури, як правило, пов'язані з дослідженням стратегічних планів розвитку. Однак розв'язання цих задач потребує урахування та глибокого аналізу ще й специфіки ряду процесів, керування якими має здійснюватися на операційному рівні. Основні складнощі, які виникають при створенні СППР відносно проектів інноваційного розвитку інфраструктури морського транспорту, зазвичай стосуються реалізації алгоритмів управління процесами, що протікають саме на операційному рівні: моделювання динаміки вантажопотоків, складання оперативних графіків оптимального руху суден, оптимізації процесів прийняття рішень щодо вибору причалів та оперативного перерозподілу ресурсів стивідорних бригад, тощо.

3. Запропоновані методи та моделі були використані на практиці та довели свою ефективність при реалізації проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури в корпорації Sellhorn Ingenieurgesellschaft GmbH (Німеччина), компанії Project Tender Information Service GmbH (Німеччина), компанії Inveni Portum Solutions GmbH (Німеччина), компанії Сігран (Україна), компанії Укррічфлот (Україна) та інших компаніях (додаток Г).

Основні положення розділу розкриті в публікаціях автора [97, 99, 111, 116, 138, 278, 292, 297, 298, 306, 344].

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження вирішено проблему підвищення ефективності функціонування та розвитку інфраструктури морського транспорту за рахунок створення методів та моделей, які формують нову методологію інноваційно-орієнтованого управління проектами. Проведені дослідження підтверджують основну наукову гіпотезу про можливість підвищення ефективності проектів інноваційного розвитку морської транспортної інфраструктури за рахунок побудови такої структури управління, в рамках якої можна було б реалізувати переваги як класичних методів управління проектами, так і Agile методів. Ефективність запропонованих теоретичних положень доведена практичними результатами, що отримані при впровадженні розроблених моделей і методів в діяльність ряду українських та закордонних компаній.

Отримано такі результати:

1. На підставі аналізу досліджень, проведених вітчизняними та іноземними фахівцями, доведено, що застосування Agile методів управління є ефективним при реалізації проектів інноваційного розвитку, але для більшості українських компаній, проблема впровадження Agile методів управління полягає в тому, що структура менеджменту таких компаній відповідає класичному підходу до управління проектами. Було обґрунтовано необхідність розвитку методів управління, які б дозволяли реалізувати в межах системи управління однієї проектно-орієнтованої компанії переваги як класичних, так і Agile методів УП.

2. Запропоновано концептуальну модель системи управління проектно-орієнтованою компанією, яка націлена на реалізацію проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури. Для побудови такої структури управління, в рамках якої можна було б реалізувати переваги як класичних методів управління проектами, так і Agile методів, в дисертаційній роботі запропоновано концепцію «інкубатора проектів», в рамках якої створюється

структура управління проектно-орієнтованою компанією, та концепцію «пісочниці» – управління доступом до ресурсів проектно-орієнтованої організації; а також отримали розвиток концепція «дозрівання інновації», в рамках якої реалізується управління передумовами своєчасної ініціації та успішної реалізації інноваційного проекту, та концепція «управління можливостями», в рамках якої реалізується диференційований підхід до управління невизначеністю інноваційних проектів: управління можливостями на початкових етапах дозрівання інноваційного проекту і перехід до управління ризиками на стадії ініціації і реалізації R&D проекту.

3. Розроблено метод багатокритеріальної оптимізації порядку виконання робіт в складі дослідницького проекту, що дозволяє робити обґрунтований вибір такого порядку виконання робіт, при якому досягається збалансований мінімум значень середньої очікуваної тривалості та середніх очікуваних сумарних витрат.

4. Розроблено методи обґрунтування оптимальних термінів реалізації проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням морального і фізичного старіння виробничого обладнання. Запропоновано методи управління термінами реалізації проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням фактору невизначеності.

5. Запропоновано моделі та методи управління проектами розвитку транспортної інфраструктури в умовах мінливого зовнішнього оточення. Розроблено метод оцінювання динаміки середніх значень та коливань показників ефективності проектів модернізації об'єктів інфраструктури морського транспорту, який враховує випадкові коливання вантажопотоків, а також запропоновано метод обґрунтування стратегій модернізації об'єктів транспортної інфраструктури, що скорочують ризики, пов'язані з неповною визначеністю інтенсивності вантажопотоку.

6. Розроблено методи управління проектами інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням особливостей операційної фази. В тому числі, запропоновано методи обґрунтування вибору проектів

придбання і подальшого використання суден з врахуванням кон'юнктури фрахтового ринку та методи управління проектами інноваційного розвитку судноплавних компаній з урахуванням можливих режимів використання суден.

7. Запропоновано методи та моделі розробки систем підтримки прийняття рішень щодо розвитку інфраструктури морського транспорту, в рамках яких запропоновано підходи до створення систем підтримки прийняття рішень відносно проектів розвитку інфраструктури портів з урахуванням найважливіших внутрішніх особливостей та зовнішніх умов.

8. Запропоновані методи та моделі управління проектами були використані на практиці та довели свою ефективність при реалізації проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури в ряді українських та закордонних компаній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адміністрація морських портів України [Електронний ресурс] / <http://www.uspa.gov.ua/pokazniki-roboti>
2. Акимова О.В. Обоснование эксплуатации контейнерных судов с пониженными нагрузками на главный двигатель [Текст] / О.В. Акимова, В.Ю. Акимов // Научно-производческий журнал Одесского национального морского университета. Серия «Проблемы техники»: Научно-производческий журнал: статьи, 2010. – № 2. – С. 43–52.
3. Акимова О.В. Организационные аспекты перевозки проектных грузов [Текст] / О.В. Акимова, А.Н. Мельник // Вісник Одеського національного морського університету, 2018. – № 3 (56). – С. 123–134.
4. Аміров Т.К. Перевезення великогабаритних важковагових вантажів [Текст] / Т.К. Аміров // М.: Експрес-інформація ЦБНТИМінавтотранса РСФСР, 1985. – Вып.7. – С. 41–47, 49–52.
5. Ананьина В.З. Повышение эффективности обслуживания морских судов в портах: Тексты лекций [Текст] / В.З. Ананьина, Р.В. Дерябин, Н.Ф. Лазарев. – М.: В/О "Мортехинформреклама", 1985. – 41 с.
6. Ананьина В.З. Экономическое обоснование пополнения ресурсов порта для оптимизации режима работы по НППРТУ [Текст] / В. З. Ананьина. – М.: ЦРИА морфлот, 1980. – 45 с.
7. Артемьев Д.Г. Критерии успеха проектов по разработке нового продукта на разных стадиях их жизненного цикла [Текст] / Д.Г. Артемьев, Е.Н. Гребенщикова // ARS ADMINISTRANDI. Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – Вып. 4. – С. 41–56.
8. Арчибальд Р.Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами [Текст] / Р.Д. Арчибальд. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 472 с.
9. Бабаев И.А. Определение успешности проекта на основе генетического анализа [Текст] / И.А. Бабаев, Н.С. Бушуева // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана. Серия Физико-математических

и технических наук. Информатика и проблемы управления, 2006. – № 2. – С. 132–136.

10. Бабаев В.М. Концептуальна модель організації офісу управління будівельними проектами в перспективі проектного менеджменту [Текст] / В.М. Бабаев, Т.Г. Фесенко // Интегрированное стратегическое управление, управление проектами и программами развития предприятий территорий, 2010. – №1/3 (43). – С. 9–11.

11. Бакаев В.Г. Эксплуатация морского флота [Текст] / В.Г. Бакаев. – М.: Транспорт, 1965. – 560 с.

12. Баркалов С.А. Математические основы управления проектами: учеб. пособие [Текст] / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова и др. под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.

13. Беллман Р. Прикладные задачи динамического программирования [Текст] / Р. Беллман, С. Дрейфус. Под редакцией А. А. Первозванского. – М.: Наука, 1965. – 460 с.

14. Белощицкий А.А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами [Текст] / А.А. Белощицкий // Управління розвитком складних систем, 2012. – № 9. – С. 104–107.

15. Белый А.П. Комплексные оценки в системе рейтингового управления предприятием: моногр. [Текст] / А.П. Белый, Ю.Г. Лысенко, А.А. Мадых, К.Г. Макаров. – Донец. нац. ун-т. – Донецк: Юго-Восток, 2003. – 117 с.

16. Белый О.В. Архитектура и методология транспортных систем [Текст] / О.В. Белый, О.Г. Кокаев, С.А. Попов. – СПб.: Элмор, 2002. – 256 с.

17. Березовская Н.П. Оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом экологических факторов: автореф. дис. канд. экон. наук. / Н.П. Березовская; Ниж. Гос. Тех. Ун-т. - Н.Новгород, 2007. – 23 с.

18. Болдырева Т.В. Методический подход к инициализации параметров продуктов проекта транспортного предприятия / Т.В. Болдырева, Т.А. Ковтун

// Вісник Одеського національного морського університету: збірн. наук. праць, 2007. – Т. 22. – С. 166–180.

19. Бондарь А.В. Жизненный цикл проекта лизинга морского судна судовладельца и фрахтователя [Текст] / А.В. Бондарь // Вісник НТУ «ХП», 2016. – № 2 (1174). – С. 91–94.

20. Бондарь А.В. Управление ценностью лизингового проекта [Текст] / А.В. Бондарь // Вісник Одеського національного морського університету: Зб.наук.пр., 2011. – № 33. – С. 144–160.

21. Брошков С.Д. Выбор экономической скорости хода судна с учетом характеристик главного двигателя [Текст] / С.Д. Брошков. – Одесса: Изд-во ОНМА, 2010. – С. 16–22.

22. Бурков В.Н. Как управлять организациями [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2004. – 400 с.

23. Бурков В.Н. Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития: монография. [Текст] / В.Н. Бурков, В.С. Блинцов, К.В. Кошкин и др. – Николаев: НУК, 2010. – 169 с.

24. Бурков В.Н. Создание и развитие конкурентоспособных проектно-ориентированных наукоемких предприятий: монография [Текст] / В.Н. Бурков, С.Д. Бушуев, А.М. Возный, К.В. Кошкин, С.С. Рыжков, Х. Танака, Л.С. Чернова, А.Н. Шамрай – Николаев: издательства Торубары Е.С., 2011. – 260 с.

25. Бушуев С.Д. Креативные технологии в управлении проектами и программами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев и др. – К.: Саммит книга, 2010. – 768 с.

26. Бушуев С.Д. Механизмы конвергенции методологий управления проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, С.И. Неизвестный // Управління розвитком складних систем, 2012. – №11. – С. 5–13.

27. Бушуев С.Д. Механизмы формирования ценности в деятельности проектно-управляемых организаций [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева //

Интегрированное стратегическое управление, управление проектами и программами, 2010. – № 1/2 (43). – С. 4–9.

28. Бушуев С.Д. Предпринимательская энергия в управлении проектами развития организаций [Электронный ресурс] / С.Д. Бушуев, Д.А. Бушуев, В.Б. Рогозина // Управление проектами и развитие производства, 2014. – №. 3 (51). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/predprinimatejskaya-energiya-v-upravlenii-proektamirazvitiya-organizatsiy>

29. Бушуев С.Д. Проактивное управление программами организационного развития [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управление проектами и программами, Москва, 2007. – СОВНЕТ № 4(12). – С. 270–282.

30. Бушуев С.Д. Развитие технологической зрелости в управлении проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: зб.наук.пр. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2003 – № 4. – С. 5–12.

31. Бушуев С.Д. Руководство по управлению инновационными проектами и программами: Р2М. Том 1, Версия 1.2 [Текст] / С.Д. Бушуев, пер. с англ. под ред. проф. С.Д. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2009. – 173 с.

32. Бушуев С.Д. Системная модель механизмов конвергенции в управлении проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, С.И. Неизвестный, Д.А. Харитонов // Управління розвитком складних систем, 2013. – №13. – с. 12–18.

33. Бушуев С.Д. Формирование ментального пространства программ инновационного развития [Текст] / С.Д. Бушуев, Р.Ф. Ярошенко, Н.П. Ярошенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2011. – Т. 1, № 5(49). – С. 4–7.

34. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития [Текст] / Н.С. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 270 с.

35. Бушуева Н.С. Моделирование проектов реструктуризации и развития предприятий [Текст] / Н.С. Бушуева // Вісник Черкаського інженерно-технологічного інституту, 2000. – № 2. – С. 156–162.

36. Бушуева Н.С. Проактивное управление проектами организационного развития в условиях неопределенности [Текст] / Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва. – Луганськ: вид-во Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля, 2007. – № 2 (22). – С. 17–27.

37. Бушуев С.Д. Гібридизація методологій управління інфраструктурними проектами та програмами [Текст] / С.Д. Бушуев, Б.Ю. Козир // Вісник Одеського національного морського університету, 2020. – Випуск 1 (61). – С. 187–208.

38. Бушуев С.Д. Зміна парадигм в управлінні інфраструктурними проектами і програмами [Текст] / С.Д. Бушуев, Д.А. Бушуев, Б.Ю. Козир // Управління розвитком складних систем, 2019. – №. 37. – С. 7–12.

39. Бушуев С.Д. Інноваційне мислення при формуванні нових методологій управління проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, М.С. Дорош, Н.В. Шахун // Управління розвитком складних систем, 2016. – №26. – с. 49–56.

40. Бушуев С.Д. Лідерство у застосуванні гнучких методологій управління проектами створення інформаційних технологій [Текст] / С.Д. Бушуев, Д.А. Бушуев, В.Б. Бушуєва, Б.Ю. Козир // Інформаційні технології і засоби навчання, 2019. – Том 70 ,№ 2. – 16 с.

41. Бушуев С.Д. Проривні компетенції в управлінні інноваційними проектами та програмами [Електронний ресурс] [Текст] / С.Д. Бушуев, Д.А. Бушуев, Р.Ф. Ярошенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ», Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами, 2018. – № 1(1(1277)). – С. 3–9.

42. Бушуев С.Д. Формування інноваційних методів та моделей управління проектами на основі конвергенції [Текст] / С.Д. Бушуев, М.С. Дорош // Управління розвитком складних систем, 2015. – №23. – С. 30–37.

43. Вайсман В. Нова методологія створення інноваційного розвитку проектно- керованих організацій [Текст] / В. Вайсман, В. Гогунський // Економіст, 2011. – № 8 (298). – С. 11–13.

44. Вайсман В.А. Формирование структур организационного управления проектами [Текст] / В.А. Вайсман, В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // ААЭКС, – 2005. – №2(16). – С. 84–88.

45. Вайсман В.О. Оптимізація структури управління проектно керованої організації [Текст] / К.В. Колеснікова, В.О. Вайсман // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Автоматизація процесів та управління, 2012. – № 125. – С. 218–221.

46. Васькевич Ф.А. Вибір оптимального режиму експлуатації судна по критерію максимальної прибутку з урахуванням характеристик суднової енергетичної установки і зовнішніх умов [Текст] / Ф.А. Васькевич, О.Д. Калінін, С.В. Смольніков // Вісник вузів. Північно-кавказький регіон. Технічні науки, 2012. – № 2. – С. 124–127.

47. Васькевич Ф.А. Когда не нужен полный ход [Текст] / Ф.А. Васькевич, П.Ф. Нечитайленко // «Морской флот», 1982. – №12. – С. 44–45.

48. Воевудский Е.Н. О стохастических моделях взаимодействия транспортных потоков в пунктах перевалки грузов [Текст] / Е.Н. Воевудский, М.Я. Постан // Кибернетика и системный анализ, 1993. – № 1. – С. 101–112.

49. Воевудский Е.Н. Стохастические модели в проектировании портов и управлении их деятельностью [Текст] / Е.Н. Воевудский, М.Я. Постан. – М.: Транспорт, 1987. – 318 с.

50. Волков И.К. Случайные процессы [Текст] / И.К. Волков, С.М. Зуев, Г.М. Цветкова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 448 с.

51. Воркут Т.А. Проектування систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань: Монографія [Текст] / Т.А. Воркут. – К: НТУ, 2002. – 248 с.

52. Воропаев В.И. Математические модели проектного управления для инвестора [Текст] / В.И. Воропаев, Я.Д. Гельруд // Управление проектами и программами, 2013. – №2. – С. 102–112.

53. Воропаев В.И. Функциональные модели управления проектной деятельностью для разных заинтересованных сторон [Текст] / В.И. Воропаев,

Я.Д. Гельруд, О.А. Клименко // Управление проектами и программами, 2014. – №4. – С. 266–278.

54. Габ О. Аналіз економічного потенціалу морських портів України в умовах реалізації інноваційних можливостей / О. Габ // Економічний аналіз, 2019. – Том 29. № 1. – С. 192–199.

55. Гаджинский А.М. Логистика [Текст] / А.М. Гаджинский. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2000. – 375 с.

56. Гальперин А.С. Прогнозирование числа ремонтов машин [Текст] / А.С. Гальперин, И.В. Шипков. – М.: Машиностроение, 1973. – 112 с.

57. Гильманова Р.И. Методы оценки экономической эффективности инноваций с учетом их жизненного цикла Управление экономическими системами – Инновации. Инвестиции [электронный ресурс] / http://uecs.ru/index.php?view=items&cid=3%3Ainnovacii-investicii&id=391%3A2011-04-25-07-58-50&pop=1&tmpl=component&print=1&option=com_flexicontent&Itemid=6

58. Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания [Текст] / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – М.: Наука, 1987. – 336 с.

59. Гогунский В.Д. Управление человеческими ресурсами для реализации производственных программ [Текст] / В.Д. Гогунский, В.А. Вайсман // Вестник НТУ «ХПИ». – Темат. вып.: «Системный анализ, управление и информ. технологии». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005. – № 54. – С. 124–129.

60. Данченко О.Б. Класифікація ризиків в проектах [Текст] / О.Б. Данченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, Харьков, 2012. – №1/12(55). – С. 26–28.

61. Данченко О.Б. Концептуальна модель інтегрованого управління відхиленнями в проектах [Текст] / О.Б. Данченко, І.Б. Семко, Н.І. Борисова // Вісн. Черкас. держ. технолог. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – №1(15). – с. 62–67.

62. Дрозд Е.В. Ходовий режим суден в залежності від умов експлуатації і тайм-чартера [Текст] / Е.В. Дрозд, І.В. Капітанов // Судноплавство, 1998. – № 6–7. – С. 73–74.

63. Дружинин Е.А. Реализация стратегии диверсификации на основе управления компетенциями предприятия и его сотрудников [Текст] / Е.А. Дружинин, М.В. Кравченко, Б.В. Гайдабурас // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – Харьков: Технолог. центр, 2012. – № 1/11 (56). – С. 4–6.

64. Дружинін Є.А. Науково-методологічне забезпечення управління складними проектами [Текст] / Є.А. Дружинін, В.Я. Жихарев, В.М. Ілюшко, М.І. Луханін, М.М. Мітрахович, Д.П. Поляков, О.Є. Федорович, В.С.Харченко. – К.: Техніка, 2002. – 369 с.

65. Журавкова М.В. Анализ влияния инвестиций и инноваций на эффективность хозяйственной деятельности: автореф. дис. д-ра. экон. наук. /М.В. Журавкова; С.-Петербур. государственный университет экономики и финансов. – С-Пб, 2001. – 37 с.

66. Закон України про морські порти України № 4709-VI [Текст] // Відомості Верховної Ради України, 2013. – № 7, Ст.65.

67. Зачко О.Б. Інтелектуальне моделювання параметрів продукту інфраструктурного проекту (на прикладі аеропорту «Львів») [Текст] / О.Б. Зачко // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2013. – Т. 1, №-10. – С. 92–94.

68. Зачко О.Б. Проектування систем автоматизації відбору інформації при проектно-орієнтованому управлінні [Текст] / О.Б. Зачко, Ю.П. Рак, О.Ю. Микитів // Вісник СНУ імені Володимира Даля, 2011. – № 3(157). – С. 106–110.

69. Зубко Н.Ф. Надежность в задачах эксплуатации машин [Текст] / Н.Ф. Зубко. – Одесса: ТЕС, 2007. – 250 с.

70. Зубко Н.Ф. Расчет среднего значения суммарного бюджета рабочего времени парка одинаковых машин [Текст] / Н.Ф. Зубко // Вісник ОНМУ. Зб. наук. праць, 2003. – Вип. 12. – С. 156–163.
71. Зульпукаров М.М. Применение метода русел и джокеров к исследованию системы Розенцвейга-Макартура [Текст] / М.М. Зульпукаров, Г.Г. Малинецкий, А.В. Подлазов // Математика, компьютер, образование: сб. науч. тр., 2006. – Вып. 13, Т. 2. – С. 28–38.
72. Інфраструктурні проекти в галузі водного транспорту [Електронний ресурс] / <https://mtu.gov.ua/content/infrasturkturni-proekti-v-galuzi-vodnogo-transportu.html#odessaport>
73. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего [Текст] / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. – М: Наука, 1997. – 285 с.
74. Капітанов І.В. Резерви ефективності експлуатації морських суден [Текст] / І.В. Капітанов. – М.: Транспорт, 1990. – 221 с.
75. Кендалл Д.И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI [Текст] / Д.И. Кендалл, С.К. Роллинз // Пер. с англ. – М.: ПМСОФТ, 2004. – 338 с.
76. Ковтун Т.А. Управление интеграционными рисками в проектах мультимодальных комплексов [Текст] / Т.А. Ковтун, Т.Н. Смокова // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами, 2016. – №2 (1174). – С. 26–30.
77. Козир Б.Ю. Гібридні методології управління інфраструктурними проектами [Текст] / Б.Ю. Козир // Управління проектами та розвиток виробництва, 2019. – № 2 (70). С. 113–122.
78. Козир Б.Ю. Профілювання стратегії розвитку в управлінні інфраструктурними проектами [Текст] / Б.Ю. Козир, А.А. Запривода // Управління розвитком складних систем, 2019. – No. 40. – С. 51–59.
79. Колегаев Р.Н. Управление обновлением машинного парка [Текст] / Р.Н. Колегаев, П.А. Орлов, В.И. Шелепко. – К.: Техніка, 1981. – 176 с.

80. Колесникова Е.В. Моделирование структур управления программами проектов в организационно-технических системах / Е.В. Колесникова // Вісник Одеського національного морського університету, 2013. – № 4(40). – С. 228–235.

81. Колесникова Е.В. Теория проектного управления: закон контроля параметров риска [Текст] / Е.В. Колесникова // Вісник Одеського національного морського університету, 2013. – № 3. – С. 220–232.

82. Колеснікова К.В. Оптимізація структури управління проектно-керованої організації [Текст] / К.В. Колеснікова, В.О. Вайсман // Вестник СевНТУ.: Автоматизация процессов и управление, 2012. – Т. 125. – С. 218–221.

83. Кононенко И.В. Оптимизация содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2012. – № 1/10 (55). – С. 13–15.

84. Коноплёв А.В. Классификация методов ускоренного определения предела выносливости деталей машин и элементов конструкций [Текст] / А.В. Коноплёв, С.В. Курочкина, Ю.А. Никифоров // Проблемы техники, 2014. – №1. – С. 26–33.

85. Коноплёв А.В. Сравнительная оперативная оценка долговечности новых и восстановленных деталей [Текст] / А.В. Коноплёв, О.Н. Коконова, А.Г. Кибаков // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. Одеса: ОНМУ, 2017. – № 1, Вип. 50. – С. 92–99.

86. Консон А.С. Экономика ремонта машин [Текст] / А.С. Консон. – Л.: Машиностроение, 1970. – 216 с.

87. Корниец Т.Е. Методы оценки влияния ограниченной надежности перегрузочных машин на время обработки судна [Текст] / Т.Е. Корниец // Вестн. Одесского национального морского ун-та: сб. науч. тр., 2007. – Вып. 22. – С. 44–53.

88. Кошкин К.В. Информационные технологии решения задач неопределенностей и рисков при выполнении проектов реструктуризации [Текст] / К.В. Кошкин, С.К. Чернов // Вест. Херсон. науч.-техн. ун-т. – Херсон: ХНТУ, 2006. – №1. – С. 153–156.

89. Краев В.И. Экономическая оценка инвестиций на водном транспорте [Текст] / В.И. Краев, Т.А. Пантина. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 299 с.

90. Краев В.И. Экономические обоснования при проектировании морских грузовых судов [Текст] / В.И. Краев, О.К. Ступин, Э.Л. Лимонов. – Л.: Судостроение, 1973. – 294 с.

91. Крылов Э.И. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия: учебное пособие для вузов / Э.И. Крылов, В.М. Власова, И.В. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 608 с.

92. Кунис П. Стратегическое управление цепочками поставок: теория, организационные принципы и практика эффективного снабжения [Текст] / П. Кунис, Р. Ламминг, Б. Лоусон, Б. Сквир. Пер. с англ. и науч. ред. В.М. Дудникова. – М.: Дело и Сервис, 2010. – 302 с.

93. Лапкин А.И. Значение судов-костеров для развития торгового флота Украины [Текст] / А.И. Лапкин // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. пр. – Одеса, 2007. – Вип. 12. – С. 148–157.

94. Лапкин А.И. Организация и управление работой флота в форме последовательных рейсов: Дис...д-ра техн. наук: 05.22.01 [Текст] / А.И. Лапкин. – Одесский национальный морской ун-т., 2003. – 307 с.

95. Лапкин А.И. Работа флота последовательными рейсами [Текст] / А.И. Лапкин, И.А. Лапкина. – Одесса: ОГМУ, 1995. – 161 с.

96. Лапкин А.И. Эффективность отфрахтования судна на условиях рейсового тайм-чартера [Текст] / А.И. Лапкин, И.А. Лапкина // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. – № 4 (234). – С. 134–137.

97. Лапкина И.А. Использование методов имитационного моделирования для оценки пропускной способности морского терминала

[Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Транспорт і логістика: проблеми та рішення: Збірник наукових праць за матеріалами VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Северодонецьк – Одеса – Вільнюс – Київ. Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Одеський національний морський університет – Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 23-25 травня 2018. – С. 34–35.

98. Лапкина И.А. Многокритериальный подход к обоснованию выбора проекта приобретения и эксплуатации судна-балкера [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано, В.И. Главатских // Транспортные системы и технологии, 2019. – Т. 2. № 33. – С. 99–110.

99. Лапкина И.А. Моделирование и оптимизация системы доставки скоропортящихся грузов [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Тези доповідей II Міжнародної наукової конференції «Соціальні трансформації: сім'я, шлюб, молодь, транспорт та інноваційний менеджмент у країнах нового шовкового шляху». 24–26 квітня, Одеса, 2017. – С. 46–48.

100. Лапкина И.А. Моделирование принятия решений в управлении работой флота судоходной компании [Текст] / И.А. Лапкина. – Одесса: ОГМУ, 1996. – 204 с.

101. Лапкина И.А. О выборе судна с учетом изменений конъюнктуры фрахтового рынка и цены на топливо [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2019. – Вип. 1(58). – С. 184–198.

102. Лапкина И.А. О повышении устойчивости показателей эффективности при планировании сроков обновления сложного оборудования [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. Одеса: ОНМУ, 2018. – № 1, Вип. 54. – С. 207–217.

103. Лапкина И.А. Об определении оптимальных сроков начала инновационных проектов создания объектов транспортной инфраструктуры [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Матеріали XVI Міжнародної

науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». Миколаїв, НУК, 2020. – С. 68–71.

104. Лапкина И.А. Обоснование критической фрахтовой ставки в проектах пополнения флота [Текст] / И.А. Лапкина, Е.Л. Семенчук // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. пр. – Одеса, 2005. – Вип. 9. – С. 123–134.

105. Лапкина И.А. Обоснование сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа с учетом фактора неопределенности [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Тезисы XXXIV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». Санкт-Петербург–Астана–Киев–Вена, 28 сентября, 2018. – С. 38–42.

106. Лапкина И.А. Определение оптимальной эксплуатационной скорости судов-контейнеровозов при изменении объемов перевозок на линии [Текст] / И.А. Лапкина, О.В. Акимова // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. – Одесса: изд-во ОНМУ, 2011. – №18. – С. 165–181.

107. Лапкина И.А. Определение сроков замены оборудования с учетом износа и изменений его рыночной стоимости [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2018. – Вип. 4 (57). – С. 188–201.

108. Лапкина И.А. Проектный анализ: теоретические основы оценки проектов на морском транспорте [Текст] / И.А. Лапкина, Л.А. Павловская, Т.В. Болдырева, Т.Н. Шутенко. – Одесса: Феникс, 2008. – 416 с.

109. Лапкін О.І. Визначення варіанту експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів [Текст] / О.І. Лапкін // Вісник Одеського національного морського університету. Збірник наукових праць, 2015. – Випуск 4(46). – С. 86–97.

110. Лапкіна І.О. Про забезпечення стійкості показників ефективності роботи обладнання в умовах мінливого завантаження [Текст] / І.О. Лапкіна, М.О. Малаксіано // Збірник статей науково-інформаційного центру «Знання»

за матеріалами XXXIV міжнародної науково-практичної конференції: «Розвиток науки в XXI столітті» 1 частина, г. Харків: збірник зі статтями (рівень стандарту, академічний рівень). – Харків: науково-інформаційний центр «Знання», 2018. – С. 46–49.

111. Лапкіна І.О. Проектування та оптимізація транспортних систем з використанням методів імітаційного моделювання [Текст] / І.О. Лапкіна, М.О. Малаксиано, Є.С. Савченко // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць, 2018. – № 3, Вип. 56.– С. 80–91.

112. Лімонов Е.Л. Зовнішньоторговельні операції морського транспорту і мультимодальні перевезення. [Текст] / Е.Л. Лімонов. – Підручник для ВУЗів, СПб.: ООО «Модуль», 2006. – 634 с.

113. Лукинський В.С. Модели и методы теории логистики [Текст] / В.С. Лукинський. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.

114. Лысенко Ю.Г. Система обслуговування в случае ненадежного прибора переналадки в начале периода занятости [Текст] / Ю.Г. Лысенко, Н.В. Румянцев, М.И. Медведева // Международный научный журнал «Экономическая кибернетика». Донец. нац. ун-т, 2008. – № 3–4 (51–52). – С. 55–59.

115. Мазур И.И. Управление проектами [Текст] / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге, А.В. Полковников. – М.: Омега-Л, 2009. – 959 с.

116. Малаксиано А.А. О соотношении загрузки и пропускной способности морского грузового фронта совокупности взаимозаменяемых причалов [Текст] / А.А. Малаксиано, Н.А. Малаксиано // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць, 2004. – Вип. 13. – С. 144–156.

117. Малаксиано Н.А. Анализ устойчивости экономических показателей использования сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Материали за 9-а международна научна практична конференция «Настощи изследвания и развитие». 17–25 януари 2013. София, Болгария. «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 72–74.

118. Малаксиано Н.А. Использование многокритериальных оценок для планирования ремонтов и замен оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-Одеса-2013): Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Одеса: «ВидавІнформ» ОНМА, 2013. – С. 97–99.

119. Малаксиано Н.А. Использование многокритериальных оценок для уменьшения рисков при планировании ремонтов и замен сложного портового оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенного грузопотока [Текст] / Н.А. Малаксиано // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. праць. ОНМУ, 2013. – № 1 (20). – С. 7–27.

120. Малаксиано Н.А. Многокритериальная оптимизация стратегий ремонтов и замен оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенного уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Матеріали Х міжнародної науково-практичної конференції «Економічне прогнозування: моделі і методи». 5-7 червня. – Воронеж: Видавничо-поліграфічний центр «Наукова книга», 2014. – С. 266–269.

121. Малаксиано Н.А. О влиянии уровня занятости портового оборудования на динамику его износа [Текст] / Н.А. Малаксиано // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. праць. ОНМУ, 2012. – № 19. – С. 7–19.

122. Малаксиано Н.А. О долгосрочном планировании сроков ремонтов и замен сложного оборудования, используемого в условиях неполностью прогнозируемого уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Конкурентоспроможність як основа розвитку економіки в сучасних умовах: збірник тез наукових робіт учасників Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 19–20 вересня 2014. ГО «Центр економічних досліджень та розвитку». – О.: ЦЕДР, 2014. – С. 67–68.

123. Малаксиано Н.А. О моделировании физического износа портового оборудования в условиях непостоянной занятости [Текст] / Н.А. Малаксиано // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. НАУ ім. М.Є. Жуковського, 2011. – №4 (16). – С. 74–87.

124. Малаксиано Н.А. О планировании оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня занятости [Текст] / Н.А. Малаксиано // Економічна кібернетика, 2012. – № 4–6 (76–78). – С. 49–56.

125. Малаксиано Н.А. О планировании сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном уровне загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем». Харків. 11 – 12 квітня, 2013. – С. 258–261.

126. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости показателей работы оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тезисы XXXII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». 31 июля, Санкт–Петербург–Астана–Киев–Вена, 2018. – С. 25–28.

127. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости экономических показателей при планировании сроков ремонтов и замен оборудования, используемого в условиях неполностью прогнозируемого уровня его занятости [Текст] / Малаксиано Н.А. // Інформаційні технології та моделювання в економіці: збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції; Черкаси, 20–22 травня. – Черкаси: видавець Третьяков О.М., 2015. – С. 139–142.

128. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости экономических показателей при планировании сроков ремонтов и замен оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Сучасні тенденції в економіці та управлінні: новий погляд: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції.

13–14 червня. Східноукраїнський інститут економіки та управління. – Донецьк: ГО «СІЕУ», 2014. – Ч.2. – С. 106–108.

129. Малаксиано Н.А. Об использовании неспециализированных судов для перевозок негабаритных грузов на замедленных скоростях [Текст] / Н.А. Малаксиано // Стратегічні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодії: матеріали міжнародної наукової конференції. Суми, Україна: МЦНД, 22 травня, 2020. – Т. 2. – С. 42–45.

130. Малаксиано Н.А. Об оптимальных сроках ремонтов портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей. XVII Всеукраїнська науково-методична конференція „Проблеми економічної кібернетики“. Одеса. 12–14 вересня, 2012 – С. 277–278.

131. Малаксиано Н.А. Об оптимальных сроках ремонтов сложного портового оборудования [Текст] / Н.А. Малаксиано // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Економіка, 2012. – № 6, Вип. 3. – С. 186–195.

132. Малаксиано Н.А. Об оптимизации порядка выполнения работ, проводимых в рамках проекта [Текст] / Н.А. Малаксиано // Scientific discussion, 2020. – No. 48, Vol. 1. – P. 41–46.

133. Малаксиано Н.А. Об оценке влияния уровня занятости портового оборудования на динамику его физического износа [Текст] / Малаксиано Н.А. // Современные порты – проблемы и решения: тезисы докладов четвертой международной научно-практической конференции. 26 апреля – 3 мая 2012 г. – Одесса: ОНМУ, 2012. – С. 121–122.

134. Малаксиано Н.А. Об уменьшении уровня неопределенности при планировании ремонтов и замен оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенной загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2013». 27 února - 05 března 2013 roku Díl 5. Ekonomické vědy: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. – P. 61–63.

135. Малаксиано Н.А. Об устойчивости экономических показателей использования сложного оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Эффективне управління економікою: процеси, явища, ризики. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 13–14 червня. Черкаси: Видавничий дім «Гельветика», 2014. – С. 10–12.

136. Малаксиано Н.А. Определение оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Материали за 9-а международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания» 17–25 февруари 2013, Том 5. Икономики. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 35–37.

137. Малаксиано Н.А. Определение сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа [Текст] / Н.А. Малаксиано // Тезисы XXXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». Москва–Астана–Харьков–Вена, 30 августа, 2018. – С. 39–43.

138. Малаксиано Н.А. Оптимизация работы морских зерновых терминалов [Текст] / Н.А. Малаксиано, И.А. Горчинский // Slovak international scientific journal, 2020. – No. 46, Vol. 1. – P. 13–16.

139. Малаксиано Н.А. Оптимизация сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа на основе многокритериального подхода [Текст] / Н.А. Малаксиано // Научные исследования: парадигма инновационного развития: сборник тезисов научных трудов III Международной научной конференции (Братислава–Вена, «26» мая 2020 года) / ГО «Международный научный центр развития науки и технологий», 2020. – С. 68–71.

140. Малаксиано Н.А. Оценка устойчивости экономических показателей использования сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Львів 26–27 вересня

2014 р. ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2014. – Ч.2. – С. 27–30.

141. Малаксиано Н.А. Планирование оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня занятости [Текст] / Малаксиано Н.А. // Анализ, моделирование и прогнозирование экономических процессов: материалы IV Международной научно-практической конференции, 15 декабря 2012 г. – 15 февраля 2013 г. – Воронеж: Изд-во ЦНТИ, 2012. – С. 168–171.

142. Малаксиано Н.А. Планирование ремонтов и замен портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей п'ятої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні порти – проблеми та рішення», Іллічівськ. 02–09 червня, 2013. – С. 65–67.

143. Малаксиано Н.А. Построение долгосрочных экономически обоснованных планов ремонтов и замен сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Теоретичні та практичні аспекти розвитку національної економіки в умовах глобальної нестабільності: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції для студентів, аспірантів та молодих учених. 19-20 вересня К.: «Нова економіка», 2014. – С. 83–85.

144. Малаксиано Н.А. Экономически обоснованное планирование сроков ремонтов и замен оборудования с использованием многокритериальных оценок [Текст] / Малаксиано Н.А. // Економічний розвиток держави та регіонів в умовах трансформаційних змін: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 26–27 вересня. – Дніпропетровськ: НО «Перспектива», 2014. – С. 103–104.

145. Малаксиано М.О. Аналіз стійкості проекту придбання судна для перевезень експортних вантажів [Текст] / М.О. Малаксиано, Д.О. Ткаченко // Тези доповідей 68 студентської науково-технічної конференції ОНМУ, 14–17 квітня, 2015. – С. 158–159.

146. Малаксіано М.О. Вибір стратегії ремонтів і замін складного обладнання, що функціонує в умовах непостійної зайнятості [Текст] / М.О. Малаксіано // Вісник Хмельницького національного університету, 2013. – Вип. 1. – С. 215–221.

147. Малаксіано М.О. Дослідження стійкості показників ефективності проекту придбання судна [Текст] / М.О. Малаксіано, Д.О. Ткаченко // Тези доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених «Проблеми та перспективи розвитку транспорту». Одеса, 17 квітня, 2015. – С. 74–75.

148. Малаксіано М.О. Методика обґрунтування вибору неспеціалізованих суден з врахуванням можливості їх використання для перевезень негабаритних і важковагових вантажів та експлуатації на уповільнених швидкостях [Текст] / М.О. Малаксіано, О.М. Мельник // Наукові вісті Далівського університету, 2020. – № 18. <http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/2020-18-11.pdf>

149. Малаксіано М.О. Моделювання складних систем: Монографія [Текст] / В.М. Соловійов, В.В. Вітлінський, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. В.М. Соловійова. – Черкаси: Видавець Третьяков О.М., 2015. – 352 с.

150. Малаксіано М.О. Обґрунтування вибору судна для фрахтування на умовах тайм-чартеру з урахуванням можливості його використання для перевезень негабаритних вантажів [Текст] / М.О. Малаксіано, О.М. Мельник // Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2020. – № 1. – С. 90–96.

151. Малаксіано М.О. Про оптимізацію термінів оновлення морської транспортної інфраструктури [Текст] / М.О. Малаксіано // Матеріали міжнародної наукової конференції «Проблеми та перспективи реалізації та впровадження міждисциплінарних наукових досягнень», 12 червня 2020 р., Київ. – С. 61–63.

152. Малаксіано М.О. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 2: Монографія [Текст] / І.О. Лапкіна,

В.О. Андриєвська, В.Ю. Смирковська, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. І.О. Лапкіної. – Одеса: Купрієнко СВ, 2019. – 242 с.

153. Малаксіано М.О. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 1: Монографія [Текст] / С.В. Руденко, І.О. Лапкіна, Т.А. Ковтун, А.В. Бондар, В.Ю. Смирковська, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. І.О. Лапкіної. – Одеса: Купрієнко СВ, 2018. – 188 с.

154. Малаксіано М.О. Сучасні тенденції розвитку регіонів та галузей народного господарства / Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріна, М.О. Малаксіано та ін. за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. – Дніпро: Пороги, 2018. – 348 с.

155. Мельник О.М. Огляд стану досліджень проблеми перевезень негабаритних вантажів в Україні [Текст] / О.М. Мельник // Збірник Наукових Праць ДУІТ. Серія “Транспортні Системи і Технології”, 2019. – № 34. – С. 242–253.

156. Мельник О.М. Питання забезпечення безпеки процесу морського перевезення негабаритних вантажів [Текст] / О.М. Мельник // Комунальне господарство міст, 2019. – № 152. – С. 204–208.

157. Миротин Л.Б. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы) [Текст] / Л.Б. Миротин. – М.: Экзамен, 2003. – 448 с.

158. Миротин Л.Б. Логистические цепи сложных технологических производств [Текст] / Л.Б. Миротин, В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, А.Г. Некрасов. – М.: Экзамен, 2005. – 288 с.

159. Михайлец В.Б. Формула для расчета стоимости с учетом неустранимого и устранимого износa [Текст] / В.Б. Михайлец // Вопросы оценки, 2007. – № 1. – С. 49–51.

160. Мищак І.М. Проблеми і перспективи законодавчого забезпечення інноваційного розвитку в Україні. // Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України. 2018. № 6. С. 34–43.

161. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 27.002-89. [Текст] / – Введен 01.07.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.
162. Немчук А.О. Определение остаточного ресурса металлоконструкции козлового крана [Текст] / А.О. Немчук, М.А. Стариков // Труды Одесского политехнического университета, 2008. – Вып. 2(30). – С. 36–39.
163. Немчук А.О. Оптимизация резерва парка портовых перегрузочных машин [Текст] / А.О. Немчук, Н.Ф. Зубко // Підйомно-транспортна техніка, 2017. – №2. – С. 57–65.
164. Неруш Ю.М. Логистика [Текст] / Ю.М. Неруш. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 389 с.
165. Нормы технологического проектирования морских портов. ВНТП 01–78 [Текст] / Минморфлот. М.: ЦРИА “Морфлот”, 1980.– 122 с.
166. Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения [Текст] / Б. Оксендаль. – М.: Мир, 2003. – 408 с.
167. Онищенко С.П. Ідентифікація впливу умов оферти на успішність укладання фрахтової угоди [Текст] / С.П. Онищенко, Ю.О. Коскіна // Вісник Одеського національного морського університету. Збірник наукових праць.– Одеса: ОНМУ, 2015. – Випуск 1(43). – С. 149–165.
168. Онищенко С.П. Специфика рыночных рисков и мероприятий по их снижению в современном судоходном бизнесе [Текст] / С.П. Онищенко, Т.Н. Шутенко // Актуальные проблемы экономики, 2012. – № 2(128). – С.85–98.
169. Остпачук А.А. Управление системой технического обслуживания и ремонта средств механизации грузового терминала [Текст] / А.А. Остпачук, А.О. Немчук // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2012. – Вып. 1, № 11(55). – С. 14–15.

170. Павлов А.А. Математические основы управления проектами наукоемких производств: Монография [Текст] / А.А. Павлов, С.К. Чернов, К.В. Кошкин, Е.Б. Мисюра. – Николаев: НУК, 2006. – 200 с.

171. Писаревський Г.Е. Економіка перевезень великогабаритних вантажів на залізничному транспорті [Текст] / Г.Е. Писаревський. – М.: Интекст, 1998. – 83 с.

172. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач [Текст] / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 256 с.

173. Постан М.Я. Вероятностные модели простейших транспортно-складских систем и их анализ [Текст] / М.Я. Постан // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб наук. праць ОНМУ. – Вип. 1. – Одеса, 2001. – С. 53–65.

174. Постан М.Я. Моделирование работы портового контейнерного терминала с учетом неравномерности прибытия транспортных средств [Текст] / М.Я. Постан, И.В. Савельева // Научные труды ДонНТУ. Серия: экономическая, 2014. – № 4. – С. 230–237.

175. Постан М.Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок [Текст] / М.Я. Постан. – Одесса: Астропринт, 2006. – 376 с.

176. Про інноваційну діяльність. Закон України від 4 липня 2002 р. № 40-IV. [Електронний ресурс] / <http://zakon3.rada.gov.ua/flaws/show/40-15>

177. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні. Закон України від 08.09.2011 р. № 3715-VI. [Електронний ресурс] / <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>

178. Проект оновленої Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 [Електронний ресурс] / <https://mtu.gov.ua/news/29415.html>

179. Пустова Н.В. Оптимізація стратегії оновлення парку порталних кранів у морських портах України: дис. ... канд. екон. наук: 08.03.02 – Економіко-математичне моделювання [Текст] / Н.В. Пустова. – Одеса, 2006. – 159 с.

180. Пустовой В.Н. Портовые краны отрасли: мониторинг технического состояния [Текст] / В.Н. Пустовой // Порты Украины, 2007. – № 1. – С. 54–58.

181. Разу М.А. Управление проектом. Основы проектного управления [Текст] / М.А. Разу. – М.: КНОРУС. – 2006. – 768 с.

182. Раховецкий А.Н. Оперативная фрахтовая деятельность на морском транспорте [Текст] / А.Н. Раховецкий. – М.: Транспорт, 1986. – 160 с.

183. Раховецкий А.Н. Повышение эффективности перевозок и использования флота путем выбора оптимальной скорости хода судов [Текст] / А.Н. Раховецкий, А.В. Герасимов // Морской транспорт. Серия «Техническая эксплуатация флота»: экспресс информация. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1982. – Вып. 13. – С. 15.

184. Раховецкий А.Н. Эффективность рейса морского судна [Текст] / А.Н. Раховецкий. – М.: Транспорт, 1989. – 141 с.

185. Рач В.А. Идентификация компетентности в сфере управления проектами [Текст] / В.А. Рач, О.В. Бирюков // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.І. Даля, 2007. – №1(21). – С. 143–159.

186. Рач В.А. Моделювання компетентнісного управління розвитком суб'єктів господарювання з використанням категорії «проектний потенціал» [Текст] / В.А. Рач, О.М. Медведєва, О.В. Россошанська // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, 2008. - №1(25). – С.156–163.

187. Рач В.А. Управління проектами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку [Текст] / В.А. Рач, О.В. Россошанська, О.М. Медведєва ; за ред. В. А. Рача. – К.: «К.І.С.», 2010. – 276 с.

188. Рилов С.І. Вибір судна для тайм-чартерної оренди і критерії ефективності його фрахтування [Текст] / С.І. Рилов, Ю.О. Коскина, Н.В. Судник // Вісник Одеського національного морського університету. Збірник наукових праць, 2009. – Випуск 27. – С. 139–145. (ISSN 2226-1893).

189. Свод обычаев Одесского морского торгового порта [Электронный ресурс] Режим доступа – www.port.odessa.ua

190. Селиванов А.И. Основы теории старения машин [Текст] / А.И. Селиванов. – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.

191. Семенчук Е.Л. Видение жизненного цикла проекта развития судоходной компании с позиций различных его участников [Текст] / Е.Л. Семенчук // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007. – № 3(23). – С. 95–102.

192. Семенчук Е.Л. Моделирование потоков денежных средств в процессах планирования проектов развития судоходной компании [Текст] / Е.Л. Семенчук // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2005. – №2(14). – С. 133–142.

193. Сергеева Л.Н. Проблемы применения динамических систем с джокером в моделировании экономических процессов [Текст] / Л.Н. Сергеева // Экономическая кибернетика: Международный научный журнал, 2002. – № 5-6. – С. 55–65.

194. Середньострокові пріоритетні напрями інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017–2021 роки: Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2016 р. № 1056. [Електронний ресурс] / <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1056-2016-п>

195. Серьогін С.М. Управління стратегічним розвитком об'єднаних територіальних громад: інноваційні підходи та інструменти: монографія [Текст] / С.М. Серьогін, Ю.П. Шаров, Є.І. Бородін, Н.Т. Гончарук [та ін.], за заг. та наук. ред. С. М. Серьогіна, Ю. П. Шарова. – Д.: ДРІДУ НАДУ, 2016. – 276 с.

196. Союзов А.А. Организация и планирование работы морского флота [Текст] / П.Р. Дубинский, О.Т. Кондрашихин, В.С. Петухов, А.А. Союзов. Под. ред. А.А. Союзова. – М. : Транспорт, 1979. – 416 с.

197. Становський О.Л., Аналіз динамічних моделей процесу управління проектами [Текст] / О.Л. Становський, К.В. Колеснікова, О. Ю. Лебедева,

I. Хеблов // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. 2015, № 6 (3/78), С. 46–52.

198. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року (проект) [Електронний ресурс] / <https://mtu.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83%20%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%B4%D0%BE%202038.pdf>

199. Судник Н.В. Обоснование скоростного режима работы арендованных судов при конъюнктурных изменениях рынка их эксплуатации [Электронный ресурс] / Н.В. Судник, Ю.А Коскина. // Scientific research and their practical application. Modern state and ways of development. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/oct-2013>

200. Танака Х. Методи управління проектами, розробкою і супроводом програм в морегосподарському секторі економіки [Електронний ресурс] / Х. Танака // Кораблебудування та морська інфраструктура. – 2014. – Т. 1. – №. 1. <https://doi.org/10.15589/smi20140108>

201. Тернер Дж.Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению [Текст] / Дж.Р. Тернер, пер. с англ. под общ. ред. В.И. Воропаева. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. – 552 с.

202. Тесля Ю.М. Модель динамічних показників для оцінки доцільності та успішності проектів / Ю.М. Тесля, М.І. Рич // Управління розвитком складних систем, 2014. – № 19. – С. 98–101.

203. Троїцька Н.А. Транспортно-технологічні схеми перевезень окремих видів вантажів [Текст] / Н.А. Троїцька, М.В. Шалімов. – М.: Кнорус, 2010. – 232 с.

204. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т2 [Текст] / В. Феллер. Пер. с англ. под ред. Ю.В. Прхорова. – М.: Мир, 1984. – 738 с.

205. Холоденко А.М. Визначення оптимальних термінів експлуатації обладнання [Текст] / А.М. Холоденко // Вісн. Технологічного ун-ту Поділля, 2002. – Ч.2., –№4. – С. 33–38.

206. Чернов С.К. Риски и неопределенность в организационных проектах реструктуризации [Текст] / С.К. Чернов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2006. – №1. – С. 31–35.

207. Чернов С.К. Управление высокоинтеллектуальными проектами – механизм эффективного решения проблем энергосбережения [Текст] / С.К. Чернов // Интегрированные технологии и энергосбережение, 2006. – №1. – С. 30–34.

208. Чернов С.К. Эффективные организационные структуры в управлении программами развития наукоемких предприятий [Текст] / С.К. Чернов // Дис. на здобуття наук. ступ. д-ра тех. наук. НУК, Миколаїв, 2007. – 473 с.

209. Чернов С.К. Эффективные организационные структуры управления наукоемкими производствами [Текст] / С.К. Чернов. – Николаев: НУК, 2005. – 92 с.

210. Чернова Л.С. Модель оптимізації програми організаційного розвитку [Текст] / Л.С. Чернова // Управління розвитком складних систем, 2019. – № 37. – С. 40–47. [i25]

211. Чернова Л.С. Основні інструменти форсайт-методології у програмах розвитку [Текст] / Л.С. Чернова // Вісник ОНМУ: Збірник наукових праць, 2018. – Вип. 4(57). – С. 202–214

212. Чумаченко И.В. Формирование холистической ценности инновационных проектов и программ [Текст] / И.В. Чумаченко, Н.В. Доценко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2011. – № 1(5). – С. 14–16.

213. Шахов А.В. Оптимизация тарифного регулирования таможенно-транспортной деятельности Украины [Текст] / А.В. Шахов, В.М. Питерская //

Методи та засоби управління розвитком транспортних систем, 2008. – № 14. – С. 183–196.

214. Шахов А.В. Оптимизация технологических процессов ремонта судовых технических средств [Текст] / А.В. Шахов, В.И. Чимшир // Вісник Одеського національного морського університету: зб. наук. праць, 2005. – Вип. 16. – С. 99–110.

215. Шахов А.В. Проектно-ориентированное управление функционированием ремонтпригодных технических систем [Текст] / А.В. Шахов, В.И. Чимшир. – Одеса: Феникс, 2006. – 238 с.

216. Шибяев А.Г. Подготовка и обоснование решений по управлению перевозками и работой флота морской судоходной компании [Текст] / А.Г. Шибяев. – Одесса: – " ХОРС", 1998. – 208 с.

217. Шибяев А.Г. Распределение степени влияния коммерческих рисков при тайм-чартерной аренде судов [Текст] / А.Г. Шибяев, С.И. Рылов, Ю.А. Коскина, Н.В. Судник // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. праць, Одеса, 2011. – Вип. 17. – С. 197–212.

218. Шибяев А.Г. Скорости судов (терминология, понятие, содержание) [Текст] / А.Г. Шибяев, О.В. Акимова // Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education. Conference proceedings, 17–28 June, 2014. – P. 1–12.

219. Шибяев А.Г. Управление работой флота. Основы теории и практики [Текст] / А.Г. Шибяев, Е.В. Кириллова, Ю.И. Кириллов. – Одесса: Фенікс, 2012. – 187 с.

220. Ширяева Л.В. Методы и модели управления воспроизводством парков оборудования. Вероятностный поход [Текст] / Л.В. Ширяева. – Одесса: Астропринт, 2008. – 256 с.

221. Ярошенко Ф.А. Руководство инновационными проектами и программами на основе системы знаний Р2М [Текст] / Ф.А. Ярошенко, С.Д. Бушуев, Х.К. Танака. – «Саммит-Книга», 2012. – 272 с.

222. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition [Text] / USA. – Project Management Institute, 2017. – 756 p.

223. Adkins R. Deterministic models for premature and postponed replacement [Text] / R. Adkins, D. Paxson // Omega, 2013. – Vol. 41, Issue 6. – P. 1008–1019.

224. Adkins R. Replacement decisions with multiple stochastic values and depreciation [Text] / R. Adkins, D. Paxson // European Journal of Operational Research, 2017. – Vol. 257, Issue 1. – P. 174–184.

225. Amir H. Alizadeh Investment timing and trading strategies in the sale and purchase market for Vessels [Text] / H. Alizadeh Amir, Nikos K. Nomikos // Transportation Research Part B: Methodological, Elsevier, 2007. – Vol. 41(1). – P. 126–143.

226. AnyLogic 9 – Preview of the Next Generation World Class Simulation Software [Electronic resource] / https://www.youtube.com/watch?v=VFNU21XU_1U&t=1921s

227. Apeland S. A fully subjective approach to capital equipment replacement [Text] / S. Apeland, P.A. Scarf // Journal of the Operational Research Society, 2003. – Vol. 54, Issue 4. – P. 371–378.

228. Arrighi P.-A. Managing radical innovation as an innovative design process: generative constraints and cumulative sets of rules [Text] / P.-A. Arrighi, P. Le Masson, B. Weil, // Creativity and innovation management, 2015. – Vol. 24, Issue 3. – P. 373–390.

229. Asadabadi M.R. Integrating risk into estimations of project activities' time and cost: A stratified approach [Electronic resource] / M.R. Asadabadi, O. Zwikael // European Journal of Operational Research. In press. Available online, 18 November 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.018>

230. Banks J. Discrete-Event System Simulation [Text] / J. Banks. – Prentice Hall. 4 edition, 2004. – 624 p.

231. Bensoussan A. Integrating equipment investment strategy with maintenance operations under uncertain failures [Text] / A. Bensoussan, Q. Feng, S.P. Sethi // *Annals of Operations Research*, 2015. – P. 1–34.

232. Bensoussan A. The Machine Maintenance and Sale Age Model of Kamien and Schwartz Revisited [Text] / A. Bensoussan, S.P. Sethi // *Management Science*, 2007. – Vol. 53, Issue 12. – P. 1964–1976.

233. Bézivin J. Model Driven Engineering: An Emerging Technical Space. In *Generative and Transformational Techniques in Software Engineering; Lecture Notes in Computer Science* [Text] / J. Bézivin, R. Lämmel, J. Saraiva, J. Visser // Springer, 2006. – Vol. 4143. – P. 36–64.

234. Biloshchytska S. Structure of the project-oriented organization energy entropy [Text] / S. Biloshchytska, A. Bondar, S. Bushuev, M. Malaksiano // *Scientific Journal of Astana IT University*, 2020. – No. 3. – P. 28–34.

235. Branch A.E. *Maritime economics management and marketing* [Text] / A.E. Branch. – NY.: Routledge, 1998. – 472 p.

236. Breskin I. *The Business of Shipping* [Text] / I. Breskin. – Cornell Maritime Press, 2018. – 448 p.

237. Brown M. G., Svenson R. A. Measuring R&D productivity [Text] // *Research technology management*. 1998. V. 41. № 6. P. 15–21.

238. Bulut E. Market entry, asset returns, and irrational exuberance: Asset management anomalies in dry cargo shipping [Text] / E. Bulut, O. Duru, S. Yoshida // *International Journal of shipping and Transport Logistics*, 2013. – Vol. 5 (6). – P. 652–667.

239. Bushuyev S. Complementary Neural Networks for Managing Innovation Projects [Text] / S. Bushuyev, I. Babayev, J. Babayev, B. Kozyr // *IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, 2019. – Kyiv, Ukraine. – P. 393–396.

240. Bushuyev S. Development project management capability of the infrastructure projects. Chernobyl case [Text] / S. Bushuyev, D. Bushuiev, B. Kozyr

// Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2019. – No. 2(8). – P. 15–24.

241. Bushuyev S. Information technologies for project management competences development on the basis of global trends [Text] / S. Bushuyev, D. Bushuev, N. Bushuyeva, B. Kozyr // Information technology and learning tools, 2018. – Vol. 68. No. 6. – P. 218–234.

242. Bushuyev S. Strategic audit of infrastructure projects and programs [Text] / S. Bushuyev, B. Kozyr, A. Zaprivoda // Technology audit and production reserves, 2019. – No. 2/2(46). – P. 4–11.

243. Bushuyev S. Development of project managers' creative potential: Determination of components and results of research [Text] / S. Bushuyev, A. Voitushenko // Advances in Intelligent Systems and Computing IV. CCSIT 2019. – Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, Cham, 2019. – Vol. 1080. – P. 283–292.

244. Bushuyeva N. Managing infrastructure projects driving by global trends [Text] / N. Bushuyeva, I. Achkasov, Ç. Elmas, V. Bushuieva, B. Kozur // ITPM 2020. – Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management, 2020. – P. 13–23.

245. Carree M. Technology partnership portfolios and firm innovation performance: Further evidence [Text] / M. Carree, B. Lokshin, H.A. Alvarez // Journal of Engineering and Technology Management, 2019. – V. 54. – P. 1–11.

246. Chakraborty R.K. Resource constrained project scheduling with uncertain activity durations [Text] / R.K. Chakraborty, R.A. Sarker, D.L. Essam // Computers & Industrial Engineering, 2017. – Vol. 112. – P. 537–550.

247. Chen S. Modelling and Forecasting in Dry Bulk Shipping [Text] / S. Chen, H. Meersman, E. Van de Voorde, K. Frouws. – Informa Law from Routledge, 2014. – 438 p.

248. Chen S. Technical changes and impacts on economic performance of dry bulk vessels [Text] / S. Chen, K. Frouws, E. Van de Voorde // Maritime Policy & Management, Taylor & Francis Journals, 2010. – Vol. 37(3). – P. 305–327.

249. Chernov S. Constructing the system of decision-making support while creating the strategy of the high-technology enterprise development [Text] / S. Chernov, L. Chernova // 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Lviv, 2017. – P. 7–10.

250. Chronopoulos M. When is it Better to Wait for a New Version? Optimal Replacement of an Emerging Technology under Uncertainty [Electronic resource] / M. Chronopoulos, A. Siddiqui // Discussion Papers. Norwegian School of Economics, 2014. – Vol. 26. <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/217638/1/DiscussionPaper.pdf>

251. Cisnetto V. The development of complex and controversial innovations. Genetically modified mosquitoes for malaria eradication [Text] / V. Cisnetto, J. Barlow // Research Policy, 2020. – Vol. 49, Issue 3 – 103917.

252. Collette Y. Multiobjective Optimization: Principles and Case Studies [Text] / Y. Collette, P. Siarry. – Springer, 2011. – 293 p.

253. Crainic T.G. Simulation of intermodal freight transportation systems: a taxonomy [Text] / T.G. Crainic, G. Perboli, M. Rosano // European Journal of Operational Research, 2018. – Vol. 270, Issue 2. – P. 401–418.

254. Davidich N. Projecting of urban transport infrastructure considering the human factor [Text] / N. Davidich, A. Galkin, V. Sabadash, I. Chumachenko, T. Melenchuk, Y. Davidich // Communications – Scientific Letters of the University of Zilina, 2020. – Vol. 22, No. 1. – P. 84–94.

255. Die Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes [Electronic resource] / https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/startseite/startseite_node

256. Dogramaci A. Replacement Decisions with Maintenance Under Uncertainty: An Imbedded Optimal Control Model [Text] / A. Dogramaci, N.M. Fraiman // Operations Research, 2004. – Vol. 52, Issue 5. – P. 785–794.

257. Doskocz D. Profitability of Reduction of Speed and Fuel Consumption for Sea Going Bulk Carriers [Text] / D. Doskocz // Folia Oeconomica Stetinensia, Sciendo, 2012. – Vol. 11(1). – P. 132–139.

258. Eloranta V.P. Exploring ScrumBut – An empirical study of Scrum anti-patterns [Text] / V.P. Eloranta, K. Koskimies, T. Mikkonen // Information and Software Technology, 2016. – Vol. 74. – P. 194–203.

259. Eloranta V.P. Scrum Anti-Patterns – An Empirical Study / V.P. Eloranta, K. Koskimies, T. Mikkonen, J. Vuorinen // 20th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC), Bangkok, 2013. – P. 503–510.

260. Emden Hafen Luftaufnahmen Luftbild Emden-2329 [Electronic resource] / <https://schiffe-emden.de/fotostrecke-der-emder-hafen-von-oben/emder-hafen-luftaufnahmen-luftbild-emden-2329/>

261. Engelen S. Multi-Agent Adaptive Systems in Dry Bulk shipping [Text] / S. Engelen, W. Dullaert, B. Vernimmen // Transportation Planning and Technology, Taylor & Francis Journals, 2007. – Vol. 30(4). – P. 377–389.

262. European Innovation Scoreboard [Electronic resource] / https://interactivetool.eu/EIS/EIS_2.html

263. European Innovation Scoreboard 2020 [Electronic resource] / https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_20_1150

264. Faouzi N.-E.E. Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges – A survey [Text] / N.-E.E. Faouzi, H. Leung, A. Kurian // Inf. Fusion, 2011. – № 12. – P. 4–10.

265. Fink L. It is about time: Bias and its mitigation in time-saving decisions in software development projects / L. Fink, B. Pinchovski // International Journal of Project Management, 2020. – Vol. 38, Issue 2. – P. 99–111.

266. FreightWaves [Electronic resource] / www.freightwaves.com

267. Gembicki F.W. Vector Optimization for Control with Performance and Parameter Sensitivity Indices [Text] / F.W. Gembicki // Ph.D. Thesis, Case Western Reserve Univ., Cleveland, Ohio, 1974. – 121 p.

268. Gillier T. Framing the scope of value in exploratory projects: An expansive value management model [Text] / T. Gillier, S. Hooge, G. Piat // International Product Development Management Conference, Jun 2013. – Paris, France. – P. 1–21.

269. Gogunskii V. Representation of project systems using the Markov chain [Text] / V. Gogunskii, O. Kolesnikov, G. Oborska, A. Moskaliuk, K. Kolesnikova, S. Harelik, D. Lukianov // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017. – No. 2/3 (86). – P. 25–32.

270. Golovan A. Aspects of Forming the Information V2I Model of the Transport Vessel [Text] / A. Golovan, I. Gritsuk, S. Rudenko, V. Saravas, A. Shakhov, O. Shumylo // *IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2019. – P. 390–393.

271. Gross D. Fundamentals of Queueing Theory [Text] / D. Gross, J.F. Shortle, J.M. Thomson, C.M. Harris. – Wiley-Interscience, 4 edition, 2008. – 528 p.

272. Gustaffson J. Contingent Portfolio Programming for the Management of Risky Projects [Text] / J. Gustaffson, A. Salo // *Operations Research*, –2005. – Vol. 53, No. 6. – P. 946–956.

273. Habibi F. Resource-constrained project scheduling problem: review of past and recent developments [Text] / F. Habibi, F. Barzinpour, S.J. Sadjadi // *Journal of Project Management*, 2018. – No. 3 – P. 55–88.

274. Hagspiel V. Optimal technology adoption when the arrival rate of new technologies changes [Text] / V. Hagspiel, K. Huisman, C. Nunes // *European Journal of Operational Research*, 2015. – Vol. 243, Issue 3. – P. 897–911.

275. Halvorsen-Weare E.E. Optimal fleet composition and periodic routing of offshore supply vessels [Text] / E.E. Halvorsen-Weare, K. Fagerholt, L.M. Nones, B.E. Asbjørnslett // *European Journal of Operational Research*, 2012. – Vol. 223. – P. 508–517.

276. Harrison F.L. Advanced Project Management [Text] / F.L. Harrison, D. Lock. – Routledge Publishing, 2016. – 336 p.

277. Hayes R. Operations, Strategy, and Technology: Pursuing the Competitive Edge [Text] / R. Hayes, G. Pisano, D. Upton, S. Wheelwright. – John Wiley & Sons, 2011. – 400 p.

278. Horchynskiy I.O. The analysis of required capacity for the ukrainian grain cargo terminals [Text] / I.O.Horchynskiy, M.O. Malaksiano // *International*

Scientific Conference Anti-Crisis Management: State, Region, Enterprise: Conference Proceedings, Part III, Le Mans, France: Baltija Publishing, November 17th, 2017. – P. 136–137.

279. Ingber L. Adaptive simulated annealing (ASA): Lessons learned. Invited paper to a special issue of the Polish Journal Control and Cybernetics on "Simulated Annealing Applied to Combinatorial Optimization", 1995. [Electronic resource] / http://www.ingber.com/asa96_lessons.ps.gz

280. Jardine A. Maintenance, Replacement and Reliability Theory and Applications [Text] / A. Jardine, A. Tsang. – CRC Press, 2013. – 364 p.

281. Jones T.W. An Historical Perspective of Net Present Value and Equivalent Annual Cost [Text] / T.W. Jones, J.D. Smith // The Accounting Historians Journal. Academy of Accounting Historians, 1982. – Vol. 9, Issue 1. – P. 103–110.

282. Kamien M.I. Optimal Maintenance and Sale Age for a Machine Subject to Failure [Text] / M.I. Kamien, N.L. Schwartz // Management Science, 1971. – Vol. 17, Issue 8. – P. 495–504.

283. Kerzner H. Project Management: A systems approach to Planning, Scheduling and Controlling, Third Edition [Text] / Harold Kerzner. – New York: VNR, 1989. – 987 p.

284. Kim Jae-Gon Optimizing ship speed to minimize fuel consumption [Text] / Jae-Gon Kim, Hwa-Joong Kim, Paul Tae-Woo Lee // Transportation Letters, 2014. – Vol. 6(3). – P. 109–117.

285. Kononenko I. Projects Portfolio Optimization for the Planned Period with Aftereffect Consideration [Text] / I. Kononenko, A. Korchakova, P. Smolin // Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham, 2020. – Vol. 1019. – P. 234–242.

286. Kononenko I.V. The method of solving the non-Markov's problem of the projects portfolio optimization for the planned period [Text] / I.V. Kononenko, A.S. Korchakova // Journal of Engineering Science and Technology Review, 2020. – Vol. 13(2). – P. 17–21.

287. Kosenko V. Methods of managing traffic distribution in information and communication networks of critical infrastructure systems [Text] / V. Kosenko, E. Persiyanova, O. Belotsky, O. Malyeyeva // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2017. – No. 2 (2). – P. 48–55.

288. Kosenko V. Models and applied information technology for supply logistics in the context of demand swings [Text] / V. Kosenko, V. Gopejenko, E. Persiyanova // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2019. – No. 1 (7). – P. 59–68.

289. Kou Y. Strategic capacity competition and overcapacity in shipping [Text] / Y. Kou, M. Luo // Maritime Policy & Management, Taylor & Francis Journals, 2016. – Vol. 43(4). – P. 389–406.

290. Krishna V. Scrum+: is it ScrumBut or ScrumAnd [Text] / V. Krishna, A. Basu // Annual IEEE India Conference, Hyderabad, 2011. – P. 1–4.

291. Kyriakou I. Income uncertainty and the decision to invest in bulk shipping [Text] / I. Kyriakou, P. Pouliasis, N. Papapostolou, N. Nomikos // European Financial Management, European Financial Management Association, 2018. – Vol. 24(3). – P. 387–417.

292. Lapkina I. Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano, Y. Savchenko // Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020). Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 18–20, 2020. – P. 36–45.

293. Lapkina I. Elaboration of the equipment replacement terms taking into account wear and tear and obsolescence [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018. – Vol. 3, No. 3 (93). – P. 30–39.

294. Lapkina I. Estimation of fluctuations in the performance indicators of equipment that operates under conditions of unstable loading [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018. – Vol. 1, No. 3 (91). – P. 22–29.

295. Lapkina I. To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano, V. Glavatskih // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2019. – Т. 30(69), Ч. 2, № 4. – С. 134–140.

296. Lapkina I.O. Development of shipping companies by means of multiprojects [Text] / I.O. Lapkina, Y.E. Prykhno // Journal of Shanghai Maritime University, 2014. – № 35 (1). – P. 7–11.

297. Lapkina I.O. Modelling and optimization of perishable cargo delivery system through Odesa port [Text] / I.O. Lapkina, M.O. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2016. – Vol. 3, Issue 177. – P. 353–365.

298. Lapkina I.O. Optimization of the structure of sea port equipment fleet under unbalanced load [Text] / I.O. Lapkina, M.O. Malaksiano, M.O. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2016. – Vol. 9, Issue 183. – P. 364–371.

299. Law A.M. Simulation modeling and analysis [Text] / A.M. Law. – McGraw-Hill Series in Industrial Engineering and Management. 4 edition, 2006. – 792 p.

300. Lee C.Y. The impact of slow ocean steaming on delivery reliability and fuel consumption [Text] / C.Y. Lee, H. Lee, J. Zhang // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Elsevier, 2015. – Vol. 76(C). – P. 176–190.

301. Lin L. Choosing suitable project control modes to improve the knowledge integration under different uncertainties [Text] / L. Lin, R. Müller, F. Zhu, H. Liu // International Journal of Project Management, 2019. – Vol. 37, Issue 7. – P. 896–911

302. Liu B. Cost analysis for multi-component system with failure interaction under renewing free-replacement warranty [Text] / B. Liu, J. Wu, M. Xie // European Journal of Operational Research, 2015. – Vol. 243, Issue 3. – P. 874–882.

303. Liu J. Asymmetric volatility varies in different dry bulk freight rate markets under structure breaks [Text] / J. Liu, F. Chen // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier, 2018. – Vol. 505(C). – P. 316–327.

304. Ma J. Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment [Text] / J. Ma, J.D. Harstvedt, R. Jaradat, B. Smith // *Computers & Industrial Engineering*, 2020. – Vol. 140, – 106236.

305. Malaksiano M. Effectiveness assessment of non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano, O. Melnyk // *Transactions on Maritime Science*, 2020. – Vol. 9, No. 1. – P. 23–34.

306. Malaksiano M. Improving the organization of the tug fleet operations [Text] / M. Malaksiano // *Sciences of Europe*, 2020. – No. 56, Vol. 1. – P. 57–61.

307. Malaksiano M. Non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano // *Tendenze attuali della moderna ricerca scientifica: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz (B. 3), 5. Juni, 2020. – Stuttgart, Deutschland: Europäische Wissenschaftsplattform. – P. 79–83.*

308. Malaksiano M. On managing innovative development within project-oriented companies [Text] / M. Malaksiano // *Danish Scientific Journal*, 2020. – No. 41, Vol. 1. – P. 56–62.

309. Malaksiano M. On optimization of the management system of an innovation-oriented organization [Text] / M. Malaksiano // *The scientific heritage*, 2020. – No. 52, Vol. 1. – P. 47–51.

310. Malaksiano M. On the organization of the structure of innovative developments management within the framework of project-oriented companies [Text] / M. Malaksiano // *The scientific heritage*, 2020. – No. 53, Vol. 1. – P. 48–53.

311. Malaksiano M. Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine: monograph / T. Bilushchak, Z. Myna, V. Bondarchuk, I. Lapkina, M. Malaksiano and others. – Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2018. – 434 p.

312. Malaksiano M. Substantiation of non-specialized vessel choice for oversized cargo shipments [Text] / M. Malaksiano // Public communication in science: philosophical, cultural, political, economic and IT context: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Houston, USA: European Scientific Platform, May 15, 2020. – Vol. 2. – P. 46–49.

313. Malaksiano M. Vessel selection prospects and suitability assessment for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano, O. Melnyk // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2020. – Т. 31 (70), Ч. 2, № 1, – С. 135–140.

314. Malaksiano M.O. The analysis of stability for the projects of purchase of the bulk-carrier vessels for grain cargo transportations [Text] / M.O. Malaksiano, K.O. Nizamova // Materials of the xiii International scientific and practical conference. Conduct of modern science. Science and Education Ltd, Sheffield. Great Britain, November 30 – December 7, 2017. – Vol. 7. – P. 16–18.

315. Malaksiano N.A. On the stability of economic indicators of complex port equipment usage [Text] / N.A. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2012. – Vol. 12, Issue 138. – P. 226–233.

316. Malaksiano N.A. Selection of efficiency based speed of ship's operation [Text] / N.A. Malaksiano, T.V. Cuzmina // Materiały XIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic». Techniczne nauki. Przemysł. Nauka i studia, 07–15 grudnia, 2017. – Vol. 12. – P. 50–52.

317. Marston A. Engineering valuation and depreciation [Text] / A. Marston, R. Winfrey, J.C. Hempstead. – 2nd ed. Iowa State University Press, 1975. – 508 p.

318. Meersman H. Future Challenges for the Port and Shipping Sector [Text] / H. Meersman, E. Van De Voorde, T. Vanelslander. – Informa Law from Routledge, 2008. – 208 p.

319. Merikas A. Modelling the investment decision of the entrepreneur in the tanker sector: choosing between a second-hand vessel and a newly built one [Text] / A. Merikas, A. Merika, G. Koutroubousis // Maritime Policy & Management, Taylor & Francis Journals, October, 2008. – Vol. 35(5). – P. 433–447.

320. Moutzouris I. Earnings field and predictability in the dry bulk shipping industry [Text] / I. Moutzouris, N. Nomikos // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Elsevier, 2019. – Vol. 125(C). – P. 140–159.

321. Mrzljak V. Fuel mass flow variation in direct injection diesel engine-influence on the change of the main engine operating parameters [Text] / V. Mrzljak, B. Žarković, I. Poljak // *Scientific Journal of Maritime Research*, 2017. – Vol. 31. – P. 119–127.

322. Müller J.P. Modeling Reactive Behaviour in Vertically Layered Agent Architectures. In *Intelligent Agents; Lecture Notes in Computer Science* [Text] / J.P. Müller, M. Pischel, M. Thiel // M.J. Wooldridge, N.R. Jennings, Eds. – Heidelberg : Springer, 1995. – Vol. 890. – P. 261–276.

323. Nguyen T.P. Optimal maintenance and replacement decisions under technological change with consideration of spare parts inventories [Text] / T.P. Nguyen, T.G. Yeung, B. Castanier // *International Journal of Production Economics*, 2013. – Vol. 143, Issue 2. – P. 472–477.

324. Nocedal J. Numerical Optimization [Text] / J. Nocedal S.J. Wright. – New York: Springer Series in Operations Research, Springer Verlag, 1999. – 656 p.

325. Norlund E.K. Reducing emissions through speed optimization in supply vessel operations [Text] / E.K. Norlund, I. Gribkovskaia // *Transportation Research*, 2013. – Part D. Vol. 23. – P. 105–113.

326. Notteboom T. Fuel surcharge practices of container shipping lines: Is it about cost recovery or revenue-making? [Electronic resource] / T. Notteboom, P. Cariou // Institute of Transport and Maritime Management Antwerp, AME 2009 conference Copenhagen, 24–26 June 2009. https://www.academia.edu/2893169/Fuel_surcharge_practices_of_container_shipping_lines_Is_it_about_cost_recovery_or_revenue_making

327. Notteboom T. Slow steaming in container liner shipping: is there any impact on fuel surcharge practices? [Text] / T. Notteboom, P. Cariou // *The International Journal of Logistics Management*, 2013. – Vol. 24 (1). – P. 73–86.

328. Nurdiani I. Understanding the order of agile practice introduction: Comparing agile maturity models and practitioners' experience [Text] / I. Nurdiani, J. Börstler, S. Fricker, K. Petersen, P. Chatzipetrou // *Journal of Systems and Software*, 2019. – Vol. 156. – P. 1–20.

329. Obradović V. Sustainability and Agility in Project Management: Contradictory or Complementary? [Text] / V. Obradović, M. Todorović, S. Bushuyev // *IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT*, 2018. – P. 1–5.

330. Øksendal B. *Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications* [Text] / B. Øksendal. – Springer, 2014. – 379 p.

331. Onyshchenko S. Developing a logit model for the provision of the process of managing the conclusion of voyage chartering transactions [Text] / S. Onyshchenko, Y. Koskina, Y. Savelieva // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2016. – № 6 (3 (84)). – P. 26–31.

332. Onyshchenko S.P. Research of the effect of terms and conditions of an offer on successful conclusion of the freight transaction [Text] / S.P. Onyshchenko, Yu.O. Koskina // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015. – № 6 (3 (78)). – P. 25–32.

333. Onyshchenko S. Constructing and exploring the model to form the road map of enterprise development [Text] / S. Onyshchenko, A. Bondar, V. Andrievska, N. Sudnyk, O. Lohinov // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2019. – Vol. 5, No. 3(101). – P. 33–42.

334. Panchenko S. Development of rational rail network topology for high-speed and conventional trains based on bacterial foraging optimization [Text] / S. Panchenko, T. Butko, A. Prokhorchenko, L. Parkhomenko, O. Zhurba // *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 2018. – Vol. 7, No. 4.3. – P. 217–221.

335. Papanikolaou A. *Ship Design: Methodologies of Preliminary Design* [Text] / A. Papanikolaou. – Springer, 2014. – 628 p.

336. Petraška A. Algorithm for the assessment of heavyweight and oversized cargo transportation routes [Text] / A. Petraška, K. Čižiūnienė, A. Jarašūnienė, P. Maruschak, O. Prentkovskis // *Journal of Business Economics and Management*, Taylor & Francis Journals, 2017. – Vol.18(6). – P. 1098–1114.

337. Piterska V. Development of the Markovian model for the life cycle of a project's benefits [Text] / V. Piterska, O. Kolesnikov, D. Lukianov, K. Kolesnikova, V. Gogunskii, T. Olekh, A. Shakhov, S. Rudenko // *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. – Vol. 5/4 (95). – P. 30–39.

338. Piterska V. Development of the method of forming of the architecture of the innovation program in the system "University-State-Business" [Text] / V. Piterska, S. Rudenko, A. Shakhov // *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 2018. – Vol. 7, No. 4(3). – P. 232–239.

339. Piterska V. Development of the methodological proposals for the use of innovative risk-based mechanism in transport system [Text] / V. Piterska, A. Shakhov // *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 2018. – Vol. 7, No. 4(3). – P. 257–261.

340. Port of Emden [Electronic resource] / <http://www.seaports.de/virthos.php?en//HOME/HAFENSTANDORTE/Emden>

341. Revenko V.L. Methods and models of investment analysis in the shipping industry [Text] / V.L.Revenko, I.A. Lapkina // *Cybernetics and Systems Analysis*, Springer. New York, 1997. – Vol. 33, No 4. – P. 571–580.

342. Ronen D. The effect of oil price on containership speed and fleet size [Text] / D. Ronen // *Journal of the Operational Research Society*, 2011. – Vol. 62 (1). – P. 211–216.

343. Rudenko S. Concept of project selection and its formalization in the absence of complete information [Text] / S. Rudenko, V. Andrievska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (80)). – 2016. – C. 4–10.

344. Rudenko S. Development of Scientific Schools of Odessa National Maritime University [Text] / S. Rudenko, A. Shakhov, M. Malaksiano and others. – Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2020. – 490 p.

345. Salo A. Multicriteria methods for technology foresight [Text] / A. Salo, T. Gustafsson, R. Ramanathan // *Journal of Forecasting*, 2003. – Vol. 22. – P. 235–255.

346. Shakhov A. Management of the technical system operation based on forecasting its aging [Text] / A. Shakhov, V. Pitera, O. Sherstiuk, O. Rossomakha, A. Rzhenskiy // 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020), CEUR Workshop Proceedings, 2020. – P. 130–141.

347. Sharifi Y. Various Innovative Technologic Devices in Shipping Energy Saving and Diminish Fuel Consumption [Text] / Y. Sharifi, H. Ghassemi, H. Zanganeh // *International Journal of Physics*, 2017. – Vol. 5 (1). – P. 21–29.

348. Shramenko N. Integrated business-criterion to choose a rational supply chain for perishable agricultural goods at automobile transportations [Text] / N. Shramenko, D. Muzylyov, V. Shramenko // *International Journal of Business Performance Management (IJBPM)*, 2020. – Vol. 21, No. 1/2. – P. 132–148.

349. Song S. Multi-criteria project portfolio selection and scheduling problem based on acceptability analysis [Text] / S. Song, F. Yang, Q. Xia // *Computers & Industrial Engineering*, 2019. – Vol. 135. – P. 793–799.

350. Stewart W.J. Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling [Text] / W.J. Stewart. – Princeton University Press, 2009. – 776 p.

351. Stock M.K. Putting quality into the R&D process [Text] // *Research technology management*. 1992. V. 35. № 4. P. 16–23.

352. Stutzman S. Optimal replacement policies for an uncertain rejuvenated asset [Text] / S. Stutzman, B. Weiland, P. Preckel, M. Wetzstein // *International Journal of Production Economics*, 2017. – Issue 185(C). – P. 21–33.

353. Tam C. The factors influencing the success of on-going agile software development projects [Text] / C. Tam, E. Jóia da Costa Moura, T. Oliveira, J. Varajão // *International Journal of Project Management*, 2020. – Vol. 38. – Issue 3. – P. 165–176.

354. Tanaka K. The integration of engineering and program management with the marine economy [Text] / K. Tanaka // *Shipbuilding And Marine Infrastructure*, 2014. – Vol. 1 (1). – P. 5–9.

355. Tarantola C. European Innovation Scoreboard: strategies to measure country progress over time. Joint Research Centre [Electronic resource] / <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/921/1/report%231.pdf>

356. Teslia I. Development of principles and method of electronic project management [Text] / I. Teslia, N. Yehorchenkova, O. Yehorchenkov, Y. Kataieva, H. Zaspá, I. Khlevna // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017. – Vol. 5, No. 3 (89). – P. 23–29.

357. Teslia I. Development of the concept and method of building of specified project management methodologies [Text] / I. Teslia, O. Yehorchenkov, I. Khlevna, A. Khlevnyi // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. – Vol. 5, No. 3(95). – P. 6–16.

358. The Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units (CTU Code), 2014. [Electronic resource] / <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/1497.pdf>

359. The Standard for Portfolio Management — Fourth Edition [Text] / USA. – PMI, 2017. – 190 p.

360. Titov S. The algorithm of selecting candidates for IT projects based on the simplex method [Text] / S. Titov, L. Chernova, N. Kunanets, L. Chernova, E. Nedelko, S. Chernov // *1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020), CEUR Workshop Proceedings*, 2020. – P. 221–232.

361. Tomashevskiy V. Data Warehouses of Hybrid Type: Features of Construction [Text] / V. Tomashevskiy, A. Yatsyshyn, V. Pasichnyk, N. Kunanets, A. Rzhenskyy // *Advances in Computer Science for Engineering and Education II. ICCSEEA 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, 2020. – Vol. 938. – P. 325–334.

362. Tomashevskiy V. Information system project of the smart city clinic [Text] / V. Tomashevskiy, V. Pasichnyk, N. Veretennikova, O. Husak, D. Tabachyshyn, Y. Bilak // Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management. Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 18–20, 2020. – P. 307–316.

363. Tsang A.H.C. Data management for CBM optimization [Text] / A.H.C. Tsang, W.K. Yeung, A.K.S. Jardine, B.P.K. Leung // Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2006. – Vol. 12, Issue 1. – P. 37–51.

364. Vaskevich F. Choice of the optimal mode of operation of the vessel according to the criterion of maximum profit, taking into account the characteristics of the ship's power plant and external conditions [Text] / F. Vaskevich, O. Kalinin, S. Smolnikov // News of universities. North Caucasian region. Technical science, 2012. – No 2. – P. 124–127.

365. Veenstra A.W. Ship Speed and Fuel Consumption Quotation in Ocean Shipping Time Charter Contracts [Text] / A.W. Veenstra, J. Van Dalen // Journal of Transport Economics and Policy, 2011. – Vol. 45 (1). – P. 41–61.

366. Vessel Database. AIS Ship Positions [Electronic resource] / <https://www.vesselfinder.com/vessels>

367. Wang H.A. Survey of maintenance policies of deteriorating systems [Text] / H.A. Wang // European Journal of Operational Research, 2002. – Vol. 139, Issue 3. – P. 469–489.

368. Wang S. Bunker consumption optimization methods in shipping: A critical review and extensions [Text] / S. Wang, Q. Meng, Z. Liu // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2013. – Vol. 53. – P. 49–62.

369. Wang S. Sailing speed optimization for container vessels in a liner shipping network [Text] / S. Wang, Q. Meng // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Elsevier, 2012. – Vol. 48(3). – P. 701–714.

370. Wied M. Managing exploratory projects: A repertoire of approaches and their shared underpinnings [Text] / M. Wied, N. Koch-Ørvad, T. Welo, J. Oehmen

// International Journal of Project Management, 2020. – Vol. 38, Issue 2. – P. 75–84.

371. Wigforss J. Benchmarks and measures for better fuel efficiency [Text] / J. Wigforss // Department of Shipping and Marine Technology. Chalmers University of Technology. Gothenburg, 2012. – Report No. NM-12/29. – 50 p.

372. Wong E. An utility-based decision support sustainability model in slow steaming maritime operations [Text] / E. Wong, A. Tai, H. Lau, M. Raman // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Elsevier, 2015. – Vol. 78(C). – P. 57–69.

373. World Economic Outlook [Electronic resource] / <https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLs/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending>

374. Yatsenko Y. Properties of optimal service life under technological change [Text] / Y. Yatsenko, N. Hritonenko // International Journal of Production Economics, 2008. – Vol. 114, Issue 1. – P. 230–238.

375. Zambujal-Oliveira J. Operational asset replacement strategy: A real options approach [Text] / J. Zambujal-Oliveira, J. Duque // European Journal of Operational Research, 2011. – Vol. 210, Issue 2. – P. 318–325.

376. Zhao X. Comparisons of replacement policies with periodic times and repair numbers [Text] / X. Zhao, C. Qian, T. Nakagawa // Reliability Engineering & System Safety, 2017. – Vol. 168. – P. 161–170.

ДОДАТКИ

Додаток А

Реалізація на мові Java алгоритмів знаходження паретової межі для проблеми обґрунтування послідовності виконання робіт, що проводяться в рамках дослідницького проекту

```

package com.malax.my_dis;
import com.malax.myPoilO.*;
public class MyMainClass {
    public static void main(String[] args){
        MyXlsxFileReederWriter myExcel = new MyXlsxFileReederWriter("inputOutputData.xlsx");
        VarietyOfPrograms varOfPr = new VarietyOfPrograms(myExcel);
        varOfPr.calculateAll();
        varOfPr.saveAllDataToExcelFile();
        myExcel.sveAndClose();
    }
}
//=====
package com.malax. my_dis;
public class ResearchProject {
    final int id;
    final double durationMean;
    final double durationStandDev;
    final double durationLambda;
    final double costsMean;
    final double costsStandDev;
    final double costsK;
    final double costsTheta;
    final double successProb;
    public ResearchProject(int id, double durationMean, double costsMean, double costsStandDev,
double successProb ) {
        this.id = id;
        if (durationMean<=0 || costsMean<=0 || costsStandDev<=0 || successProb<=0 || successProb>=1
) {
            System.out.println("=====> PROBLEM!!! In ResearchProject initialization. All params mus
be '>0' !");
            System.exit(1);
        }
        this.durationMean = durationMean;
        durationLambda = 1/durationMean;
        durationStandDev = durationMean;
        this.costsMean = costsMean;
        this.costsStandDev = costsStandDev;
        costsK = costsMean*costsMean / costsStandDev/costsStandDev;
        costsTheta = costsStandDev*costsStandDev / costsMean;

```

```

        this.successProb = successProb;
    }
    @Override
    public String toString(){
        String s="";
        s=s+"id="+id+"\t";
        s=s+"durationMean="+durationMean+"\t";
        s=s+"durationStandDev="+durationStandDev+"\t";
        s=s+"durationLambda="+durationLambda+"\t";
        s=s+"costsMean="+costsMean+"\t";
        s=s+"costsStandDev="+costsStandDev+"\t";
        s=s+"costsK="+costsK+"\t";
        s=s+"costsTheta="+costsTheta+"\t";
        s=s+"successProb="+successProb+ ".";
        return s;
    }
}
//=====
package com.malax. my_dis;
import java.util.ArrayList;
public class ProgramOfProjects {
    public static ArrayList<ResearchProject> PROJECT_COLLECTION;
    public ArrayList<StageOfParallelSubprojects> stagesList;
    final int n; // total number of projects
    final int m; // number of sections (stages of parallel sibprojects) {1..m}
    final int order[];
    final double meanDuration;
    final double meanCosts;
    private static int tempId = 1;
    final int id = tempId++;
    public ProgramOfProjects(int[] order) {
        if (PROJECT_COLLECTION == null) {
            System.out.println("=====> PROBLEM!!! In ProgramOfProjects class constructor " +
                " - Public static field projectsCollection must be initialized firs!");
            System.exit(1);
        }
        if (order.length != PROJECT_COLLECTION.size()){
            System.out.println("=====> PROBLEM!!! Array length mismatch in a ProgramOfProjects
class.");
            System.exit(1);
        }
        this.order = order.clone();
        n = order.length;
        m = getMaxElementInOrder(order);
        fillInStagesList();
        meanDuration = calculateMeanDuration();
        meanCosts = calculateMeanCosts();
    }
    // ===== Projects Order checking =====

```

```

public static boolean isOrderOfProjectsFeasible(int[] ord){
    for(int e : ord){
        if(e<1){ return false; }
    }
    int max=getMaxElementInOrder(ord);
    for(int k=1; k<=max; k++){
        int i=0;
        while((i<ord.length)&&(ord[i]!=k)){ i++; }
        if(i==ord.length){ return false; }
    }
    return true;
}
private static int getMaxElementInOrder(int[] ord){
    int max=0;
    for(int e : ord){
        if(max<e){
            max=e;
        }
    }
    return max;
}
// ===== Main Calculations =====
private void fillInStagesList(){
    stagesList = new ArrayList<StageOfParallelSubprojects>(m);
    for (int i=0; i<m; i++){
        stagesList.add(i, new StageOfParallelSubprojects());
    }
    for(int i=0; i<n; i++){
        stagesList.get(order[i]-1).projects.add(PROJECT_COLLECTION.get(i));
    }
    for(StageOfParallelSubprojects stage:stagesList)
        stage.calculateAll();
}
private double calculateMeanDuration(){
    double mt = (1-stagesList.get(0).getSuccessProb())
        *stagesList.get(0).getMeanDuration();
    double pp=0;
    double cc=0;
    for(int k=1; k<m; k++){
        pp=1;
        for (int j=0; j<=k-1; j++){
            pp *= stagesList.get(j).getSuccessProb();
        }
        cc=0;
        for (int j=0; j<=k; j++){
            cc += stagesList.get(j).getMeanDuration();
        }
        mt+=(1-stagesList.get(k).getSuccessProb()) * pp * cc;
    }
}

```

```

pp=1;
for (int j=0; j<m; j++){
    pp *= stagesList.get(j).getSuccessProb();
}
cc=0;
for (int j=0; j<m; j++){
    cc += stagesList.get(j).getMeanDuration();
}
mt += pp*cc;
return mt;
}

private double calculateMeanCosts(){
    double mc=(1-stagesList.get(0).getSuccessProb())
        * stagesList.get(0).getMeanCosts();
    double pp=0;
    double cc=0;
    for(int k=1; k<m; k++){
        pp=1;
        for (int j=0; j<=k-1; j++){
            pp *= stagesList.get(j).getSuccessProb();
        }
        cc=0;
        for (int j=0; j<=k; j++){
            cc += stagesList.get(j).getMeanCosts();
        }
        mc+=(1-stagesList.get(k).getSuccessProb()) * pp * cc;
    }
    pp=1;
    for (int j=0; j<m; j++){
        pp *= stagesList.get(j).getSuccessProb();
    }
    cc=0;
    for (int j=0; j<m; j++){
        cc += stagesList.get(j).getMeanCosts();
    }
    mc += pp*cc;
    return mc;
}

public String getOrderAsString(){
    String s = ""+order[0];
    for(int i=1; i<order.length; i++){
        s=s+","+order[i];
    }
    return s;
}

public String getStagesContentAsLongString(){
    String s = "";
    int j=1;
    for( StageOfParallelSubprojects stage:stagesList){

```



```

        s=s+"\t\t * Stage"+j+": ";
        s=s+stage.projects.get(0).id;
        for(int i=1; i<stage.projects.size(); i++){
            s = s + " " + stage.projects.get(i).id;
        }
        j++;
    }
    return s;
}
public String getStagesContentAsShortString(){
    String s = "";
    int j=1;
    for( StageOfParallelSubprojects stage:stagesList){
        s+=" | ";
        s+=stage.projects.get(0).id;
        for(int i=1; i<stage.projects.size(); i++){
            s += ";" + stage.projects.get(i).id;
        }
        j++;
    }
    s+=" | ";
    return s;
}
}
//=====
package com.malax. my_dis;
import java.util.ArrayList;
public class StageOfParallelSubprojects {
    public ArrayList<ResearchProject> projects = new ArrayList<ResearchProject>();
    private double meanDuration =0;
    private double meanCosts =0;
    private double successProb =0;
    public double getMeanDuration(){
        if(meanDuration == 0 ){
            System.out.println("=====> !!! PROBLEM in 'StageOfParallelSubprojects.getMeanDuration'
" +
                "calculateAll method should be called before get* methods");
            System.exit(1);
        }
        return meanDuration;
    }
    public double getMeanCosts(){
        if(meanCosts == 0 ){
            System.out.println("=====> !!! PROBLEM in 'StageOfParallelSubprojects.getMeanCosts' " +
                "calculateAll method should be called before get* methods");
            System.exit(1);
        }
        return meanCosts;
    }
}

```

```

public double getSuccessProb(){
    if(successProb == 0){
        System.out.println("=====> !!! PROBLEM in 'StageOfParallelSubprojects.getMeanCosts' " +
            " calculateAll method should be called before get* methods");
        System.exit(1);
    }
    return successProb;
}
// ===== Calculations =====
public void calculateAll(){
    if(projects.size()==0 ){
        System.out.println("=====> !!! PROBLEM in 'StageOfParallelSubprojects.calculateAll' \n" +
            " 'calculateAll' method should be called only after 'StageOfParallelSubprojects.projects' is
initialized!");
        System.exit(1);
    }
    calculateSuccessProb();
    calculateMeanDuration();
    calculateMeanCosts();
}
private void calculateSuccessProb() {
    successProb =1;
    for(ResearchProject proj:projects){
        successProb *= proj.successProb;
    }
}
private void calculateMeanDuration() {
    double pp;
    for (ResearchProject proj:projects){
        pp=1;
        for(ResearchProject proj_j :projects){
            pp *= proj_j.successProb* proj_j.durationLambda
                / (proj.durationLambda+ proj_j.durationLambda)
                + (1- proj_j.successProb);
        }
        meanDuration += pp/proj.durationLambda;
    }
}
private void calculateMeanCosts() {
    meanCosts =0;
    for (ResearchProject proj:projects){
        meanCosts += proj.costsMean;
    }
}
}
//=====
=
package com.malax. my_dis;
import com.malax.myPoiIO.MyXlsxFileReederWriter;

```

```

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.LinkedList;
public class VarietyOfPrograms {
    private MyXlsxFileReederWriter myExcel;
    public ArrayList<ResearchProject> projectsCollection;
    public LinkedList<ProgramOfProjects> allFeasibleProgramsCollection = new
LinkedList<ProgramOfProjects>();
    public LinkedList<ProgramOfProjects> paretoOptimalProgramsCollection = new
LinkedList<ProgramOfProjects>();

    public VarietyOfPrograms(MyXlsxFileReederWriter myExcel){
        this.myExcel = myExcel;
        fillInProjectsCollectionFromExcelFile();
    }
    public void calculateAll(){
        addAllFeasiblePrograms();
        addAllParetoOptimalPrograms();
    }
    private void fillInProjectsCollectionFromExcelFile(){
        double[] durationMeanArray = myExcel.getNumericArrayFromColumnOfSells("InputData",5,3);
        double[] costsMeanArray = myExcel.getNumericArrayFromColumnOfSells("InputData",5,7);
        double[] costsStandDevArray = myExcel.getNumericArrayFromColumnOfSells("InputData",5,8);
        double[] successProbArray = myExcel.getNumericArrayFromColumnOfSells("InputData",5,9);
        int n = durationMeanArray.length;
        if(n!=costsMeanArray.length || n!=costsStandDevArray.length || n!=successProbArray.length){
            System.out.println("=====> PROBLEM!!! Input data Arrays must have the same
length!");
            System.exit(1);
        }
        projectsCollection = new ArrayList<ResearchProject>(n);
        for(int i=0; i<n; i++){
            ResearchProject proj = new ResearchProject(i+1,
                durationMeanArray[i],
                costsMeanArray[i],
                costsStandDevArray[i],
                successProbArray[i]);
            projectsCollection.add(i,proj);
        }
        ProgramOfProjects.PROJECT_COLLECTION = projectsCollection;
    }
    private void addAllFeasiblePrograms(){
        int n = projectsCollection.size(); // Total number of projects
        int[] order = new int[n];
        for(int i=0; i<n; i++){ order[i]=1; }
        while(order[n-1]<=n){
            if(ProgramOfProjects.isOrderOfProjectsFeasible(order)){
                allFeasibleProgramsCollection.add(new ProgramOfProjects(order));
            }
        }
    }
}

```

```

        order[0] += 1;
        int j = 0;
        while ((j<(n-1))&&(order[j]>n)) {
            order[j] = 1;
            order[j + 1] += 1;
            j++;
        }
    }
}

private void addAllParetoOptimalPrograms(){
    boolean isProgr_x_optinal;
    for(ProgramOfProjects progr_x:allFeasibleProgramsCollection){
        isProgr_x_optinal = true;
        for(ProgramOfProjects progr:allFeasibleProgramsCollection){
            if( (progr_x.meanCosts>progr.meanCosts && progr_x.meanDuration>=progr.meanDuration)
                || (progr_x.meanCosts>=progr.meanCosts &&
progr_x.meanDuration>progr.meanDuration) ){
                isProgr_x_optinal = false;
                break;
            }
        }
        if(isProgr_x_optinal){
            paretoOptimalProgramsCollection.add(progr_x);
        }
    }
}

// ===== Save to MyXlsxFileReederWriter =====
public void saveAllDataToExcelFile(){
    myExcel.deleteSheet("OutputAllFeasiblePrograms");
    // *** save all feasible programs ***
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", 9, 1, "All feasible programs of projects");
    saveProgamCollectionToExcelFile(allFeasibleProgramsCollection, "OutputAllFeasiblePrograms", 10,
1);
    // *** save all pareto optimal programs ***
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", 9, 10, "Pareto optimal programs of
projects");
    saveProgamCollectionToExcelFile(paretoOptimalProgramsCollection, "OutputAllFeasiblePrograms",
10, 10);
}

public void saveProgamCollectionToExcelFile(Collection<ProgramOfProjects> programsCollection,
String sheetName, int rowO, int colO){
    int row = 0;
    int col = 0;
    col=0;
    myExcel.setValueToCell(sheetName, row+rowO, col+colO, "Program Id");
    col=1;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, "Number of stages
(m)");
    col=2;
}

```

```

myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, "Subprojects order");
col=3;
myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, "Subprojects allocation
between program stages");
col=4;
myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, "Mean duration");
col=5;
myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, "Mean costs");
row = 1;
for(ProgramOfProjects prOfPr:programsCollection){
    col=0;
    myExcel.setValueToCell(sheetName, row+rowO, col+colO, prOfPr.id);
    col=1;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, prOfPr.m);
    col=2;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO,
prOfPr.getOrderAsString());
    col=3;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO,
prOfPr.getStagesContentAsShortString());
    col=4;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO,
prOfPr.meanDuration);
    col=5;
    myExcel.setValueToCell("OutputAllFeasiblePrograms", row+rowO, col+colO, prOfPr.meanCosts);
    row++;
}
}
}

```

Додаток Б

Реалізація алгоритмів розрахунку показників ефективності проектів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури в системі комп'ютерної математики MAPLE

```

with(Optimization); with(LinearAlgebra); # Підключення бібліотек
# Ініціалізація вхідних параметрів моделі
Ac:=240;
An:=195;
Cc:=t->75.07+0.21*t^(2.11);
Cn:=t->60.52+0.22*t^(2.52);
Sc:=t->-(140*(1.14*t+1)^(-1.32)+5.15);
Sn:=t->-(160*(0.51*t+1)^(-2.02)+1.50);
r:=0.10;
# Визначення функцій сучасних вартостей

```

```

PV_Cc_oper := t-> int(Cc(tt)*exp(-r*tt),tt=0..t, numeric);
PV_Cc_kap := t-> Ac+Sc(t)*exp(-r*t);
PV_Cc_obsh := t-> PV_Cc_oper(t) + PV_Cc_kap(t);
PV_Cn_oper := t-> int(Cn(tt)*exp(-r*tt), tt=0..t, numeric);
PV_Cn_kap := t-> An+Sn(t)*exp(-r*t);
PV_Cn_obsh := t-> PV_Cn_oper(t) + PV_Cn_kap(t);
plot([PV_Cc_oper,PV_Cc_kap, PV_Cc_obsh],0..15,color=["Red","Green","Blue"]);
plot([PV_Cn_oper,PV_Cn_kap, PV_Cn_obsh],0..15,color=["Red","Green","Blue"]);
# Визначення функцій сучасних EAC (Equivalent Annual Cost)
EACc := t-> PV_Cc_obsh(t)*(exp(r)-1)/(1-exp(-r*t));
EACn := t-> PV_Cn_obsh(t)*(exp(r)-1)/(1-exp(-r*t));
plot([EACc, EACn],1..20,color=["Red","Green","Blue"],
view=[1..18, 100..180],
thickness = 2,
font = ["TimesNewRoman", 18]
);
EACc__Opt_Values := Minimize(EACc, 4 .. 15);
tc_Opt_EACc := EACc__Opt_Values[2][1];
Opt_EACc := EACc__Opt_Values[1];
EACn__Opt_Values := Minimize(EACn, 4 .. 15);
tn_Opt_EACn := EACn__Opt_Values[2][1];
Opt_EACn := EACn__Opt_Values[1];
[HFloat(124.21347077914427),
Vector[column](%id = 18446746741838179374)]
HFloat(12.281020544902832) HFloat(124.21347077914427)
[HFloat(110.01315504678018),
Vector[column](%id = 18446746741838079030)]
HFloat(8.047544748578446) HFloat(110.01315504678018)
# Визначення функцій сучасних EACcn (Equivalent Annual Cost)
EACcn := (tc,tn)-> ( PV_Cc_obsh(tc) + exp(-r*(tc)) * PV_Cn_obsh(tn) ) * (exp(r)-1)/(1-exp(-r*(tc+tn)));
plot3D(EACcn(tc,tn), tc=1..15, tn=1..15);
plot3d(
EACcn, 1 .. 20, 1 .. 20,
font = ["TimesNewRoman", 32], labelfont = ["TimesNewRoman", 32], labels=["To", "Tn", "EAC"],
view=[1..20, 1..20, 119..260] ,
thickness = 2,
grid=[100,100], contours = 50
);
EACcn__Opt_Values := Minimize(EACcn, 5 .. 15, 5 .. 15):
tc_Opt_EACcn := EACcn__Opt_Values[2][1];
tn_Opt_EACcn := EACcn__Opt_Values[2][2];
Opt_EACcn := EACcn__Opt_Values[1];
HFloat(10.934903800194693) HFloat(8.826291497841423)
121.285275797818727
# Визначення функцій сучасних EAC_inf_cn (Equivalent Annual Cost)
EAC_infinity_cn := (tc,tn)-> ( PV_Cc_obsh(tc) + PV_Cn_obsh(tn)* exp(-r*(tc))/(1-exp(-r*tn))) * (exp(r)-1);
plot3D(EACcn(tc,tn), tc=1..15, tn=1..15);
plot3d(EAC_infinity_cn, 1 .. 20, 1 .. 20,

```

```

view=[1..20, 1..20, 119..260] ,
font = ["TimesNewRoman", 32], labelfont = ["TimesNewRoman", 32], labels=["To", "Tn", "EAC"],
thickness = 2,
grid=[100,100], contours = 50
);
EAC_ifinity_cn__Opt_Values := Minimize(EAC_ifinity_cn, 5 .. 15, 5 .. 15):
tc_Opt_EAC_ifinity_cn := EAC_ifinity_cn__Opt_Values[2][1];
tn_Opt_EAC_ifinity_cn := EAC_ifinity_cn__Opt_Values[2][2];
Opt_EAC_ifinity_cn := EAC_ifinity_cn__Opt_Values[1];
      HFloat(10.152513626042614)
      HFloat(8.04754491713959)
      119.597867918577947
# Порівняння часу завершення проєктів
tc_Opt_EACс;
tc_Opt_EACсn;
tc_Opt_EAC_ifinity_cn;
      HFloat(12.281020544902832)   HFloat(10.934903800194693)   HFloat(10.152513626042614)
tn_Opt_EACн;
tn_Opt_EACсn;
tn_Opt_EAC_ifinity_cn;
      HFloat(8.047544748578446)   HFloat(8.826291497841423)   HFloat(8.04754491713959)
# Оцінка дисперсії
# Коваріаційна функція
Kс := proc (t1,t2)
  local a11, a12, a13, a14, a15;
  a1 := 0.35;
  a2 := 35.21;
  a3 := 0.002;
  a4 := 15.40;
  a5 := 2.21;
  a6 := 2.50;
  (a1*(t1+t2)^a5 + a2) * exp( -(t1-t2)^2 / (a3*(t2+t1)^a6+a4) );
end proc;
Dс := t -> Kс(t,t): # функція дисперсії
plot3d( Kс,
  0 .. 15, 0 .. 15,
  font = ["TimesNewRoman", 32],
  labelfont = ["TimesNewRoman", 32],
  labels=["t1", "t2", "Ko(t1,t2)"],
  view=[0..15, 0..15, 0..1300] ,
  thickness = 2,
  grid=[100,100], contours = 50
);
int(Kс, 1..2, 1..2, numeric, digits = 4) ;
      38.86
Kn := proc (t1,t2)
  local a11, a12, a13, a14, a15;
  a1 := 0.0075;
  a2 := 105.21;

```

```

a3 := 0.015;
a4 := 5.61;
a5 := 3.50;
a6 := 3.01;
(a1*(t1+t2)^a5 + a2) * exp( -(t1-t2)^2 / (a3*(t2+t1)^a6+a4) );
end proc:
Dn := t -> Kn(t,t): # функція дисперсії
plot3d( Kn,
  0 .. 15, 0 .. 15,
  font = ["TimesNewRoman", 32],
  labelfont = ["TimesNewRoman", 32],
  labels=["t1", "t2", "Kn(t1,t2)"],
  view=[0..15, 0..15, 0..1300] ,
  thickness = 2,
  grid=[100,100], contours = 50
);
int(Kn, 1..2, 1..2, numeric, digits = 4) ;
      102.8
# Графіки дисперсій
plot([Dc^0.5, Dn^0.5],
  1..15, 0..40,
  font = ["TimesNewRoman", 6],
  color=["Red","Green","Blue"],
  thickness = 2,
  font = ["TimesNewRoman", 18]
);
# Функція SIGMA(EAC_infinity_cn)
Kc_for_int := proc (t1,t2)
  global r;
  Kc(t1,t2)*exp(-r*(t1+t2));
end proc:
Kn_for_int := proc (t1,t2)
  global r;
  Kn(t1,t2)*exp(-r*(t1+t2));
end proc:
D_EAC_infinity_cn := (tc,tn)
-> (exp(r)-1)^2
  *(
    int(Kc_for_int, 1..tc, 1..tc, numeric, digits = 3)
    +( exp((-r)*2*(tc))/(1-exp(-2*r*(tn))) )
    * int(Kn_for_int, 1..tn, 1..tn, numeric, digits = 3)
  );
Sigma_EAC_infinity_cn := (tc,tn) -> sqrt(D_EAC_infinity_cn(tc,tn)):
#int(Kn, 1..2, 1..2, numeric) ;
#D_EAC_infinity_cn(2,3.1);
Kn_for_int(1,2);
int(Kn_for_int, 1..10, 1..10, numeric, digits = 3) ;
Kc_for_int(1,2);
int(Kc_for_int, 1..15, 1..15, numeric, digits = 3) ;

```



```

D_EAC_ifinity_cn(10,12);
Sigma_EAC_ifinity_cn(10,12);
        66.23169004          2690.
        27.20215466          3180.
        24.95808363
        4.995806605
# Графік функції SIGMA(EAC_ifinity_cn)
plot3d(Sigma_EAC_ifinity_cn,
  1 .. 15, 1 .. 15,
  font = ["TimesNewRoman", 32],
  labelfont = ["TimesNewRoman", 32],
  labels=["Tc", "Tn", "Sigma_EAC_ifinity_cn"],
  view=[1..15, 1..15, 0..10] ,
  thickness = 2,
  grid=[20,20], contours = 50
);
# Функція SIGMA(EAC_cn)
D_EAC_cn := (tc,tn)
-> ((exp(r)-1) / (1-exp(-r*(tc+tn))))^2
*(
  int(Kc_for_int, 1..tc, 1..tc, numeric, digits = 3)
  +exp(-2*r*tc)      # один цикл заміни нового обладнання
  * int(Kn_for_int, 1..tn, 1..tn, numeric, digits = 3)
);
Sigma_EAC_cn := (tc,tn) -> sqrt(D_EAC_cn(tc,tn));
#int(Kn, 1..2, 1..2, numeric) ;
#D_EAC_cn(2,3.1);

Kn_for_int(1,2);
int(Kn_for_int, 1..10, 1..10, numeric, digits = 3) ;
Kc_for_int(1,2);
int(Kc_for_int, 1..15, 1..15, numeric, digits = 3) ;
D_EAC_cn(10,12);
Sigma_EAC_cn(10,12);
        66.23169004          2690.
        27.20215466          3180.
        30.82148590
        5.551710178
# Графік функції SIGMA(EAC__cn)
plot3d(Sigma_EAC_cn,
  1 .. 15, 1 .. 15,
  font = ["TimesNewRoman", 32],
  labelfont = ["TimesNewRoman", 32],
  labels=["Tc", "Tn", "Sigma_EAC_cn"],
  view=[1..15, 1..15, 0..10] ,
  thickness = 2,
  grid=[20,20], contours = 50
);
# Експорт вихідних даних в файл

```

```

firstTimeValue := 0:
lastTimeValue := 15:
numberOfSteps := 30:
step := (lastTimeValue-firstTimeValue)/numberOfSteps:
Output_EAC_Arrays := Array(0..2, (0..numberOfSteps+1)):
for i from 0 to numberOfSteps do
  t := firstTimeValue + step*i:
  Output_EAC_Arrays[0,0] := "Час, роки":
  Output_EAC_Arrays[0,i+1] := t:
  Output_EAC_Arrays[1,0] := "ЕАС для старого обладнання, тис. дол.":
  Output_EAC_Arrays[1,i+1] := EACc(t):
  Output_EAC_Arrays[2,0] := " ЕАС для нового обладнання, тис. дол.":
  Output_EAC_Arrays[2,i+1] := EACn(t):
end do:
Output_Replacements_Dates_Values := Array(1..7, 1..4):
Output_Replacements_Dates_Values[1,1] := "Тс*":
  Output_Replacements_Dates_Values[1,2] := tc_Opt_EACc:
  Output_Replacements_Dates_Values[1,3] := EACc(tc_Opt_EACc):
Output_Replacements_Dates_Values[2,1] := "Тс**":
  Output_Replacements_Dates_Values[2,2] := tc_Opt_EACcn:
  Output_Replacements_Dates_Values[2,3] := EACc(tc_Opt_EACcn):
  Output_Replacements_Dates_Values[2,4] := EACcn(tc_Opt_EACcn, tn_Opt_EACcn):
Output_Replacements_Dates_Values[3,1] := "Тс***":
  Output_Replacements_Dates_Values[3,2] := tc_Opt_EAC_ifinity_cn:
  Output_Replacements_Dates_Values[3,3] := EACc(tc_Opt_EAC_ifinity_cn):
  Output_Replacements_Dates_Values[3,4] := EAC_ifinity_cn(tc_Opt_EAC_ifinity_cn,
tn_Opt_EAC_ifinity_cn):
Output_Replacements_Dates_Values[5,1] := "Ті*":
  Output_Replacements_Dates_Values[5,2] := tn_Opt_EACn:
  Output_Replacements_Dates_Values[5,3] := EACn(tn_Opt_EACn):
Output_Replacements_Dates_Values[6,1] := "Ті**":
  Output_Replacements_Dates_Values[6,2] := tn_Opt_EACcn:
  Output_Replacements_Dates_Values[6,3] := EACn(tn_Opt_EACcn):
  Output_Replacements_Dates_Values[6,4] := EACcn(tc_Opt_EACcn, tn_Opt_EACcn):
Output_Replacements_Dates_Values[7,1] := "Ті***":
  Output_Replacements_Dates_Values[7,2] := tn_Opt_EAC_ifinity_cn:
  Output_Replacements_Dates_Values[7,3] := EACn(tn_Opt_EAC_ifinity_cn):
  Output_Replacements_Dates_Values[7,4] := EAC_ifinity_cn(tc_Opt_EAC_ifinity_cn,
tn_Opt_EAC_ifinity_cn):
# Виведення даних щодо багатокритеріальної оптимізації
firstTimeValue := 0:
lastTimeValue := 15:
numberOf_TCPoints := 30:
numberOf_TNPoints := 30:
Output_EAC_Points_Array3 := Array(0..4, 0..numberOf_TCPoints*numberOf_TNPoints):
Output_EAC_Points_Array3[0,0] := "Номер точки":
Output_EAC_Points_Array3[1,0] := "То":
Output_EAC_Points_Array3[2,0] := "Тn":
Output_EAC_Points_Array3[3,0] := "ЕАС_cn":

```

```

Output_EAC_Points_Array3[4,0] := "Sigma_EAC_cn":
counter := 0:
for i from 1 to numberOf_TCPoints do
  for j from 1 to numberOf_TNPoints do
    counter := counter+1;
    tc := firstTimeValue + i * (lastTimeValue-firstTimeValue)/ numberOf_TCPoints:
    tn := firstTimeValue + j * (lastTimeValue-firstTimeValue)/ numberOf_TNPoints:
    Output_EAC_Points_Array3[0,counter] := counter:
    Output_EAC_Points_Array3[1,counter] := tc:
    Output_EAC_Points_Array3[2,counter] := tn:
    Output_EAC_Points_Array3[3,counter] := EACcn(tc,tn):
    Output_EAC_Points_Array3[4,counter] := Sigma_EAC_cn(tc,tn):
  end do:
end do:
Output_EAC_PARETO_Points_Array3 := Array(0 .. 4, 0 .. numberOf_TCPoints*numberOf_TNPoints):
Output_EAC_PARETO_Points_Array3[0,0] := "Номер точки на паретовій границі":
Output_EAC_PARETO_Points_Array3[1,0] := "To":
Output_EAC_PARETO_Points_Array3[2,0] := "Tn":
Output_EAC_PARETO_Points_Array3[3,0] := "EAC_cn":
Output_EAC_PARETO_Points_Array3[4,0] := "Sigma_EAC_cn":
goodCounter := 0:
OKflag := true:
for i from 1 to numberOf_TCPoints * numberOf_TNPoints do
  OKflag := true:
  for j from 1 to numberOf_TCPoints * numberOf_TNPoints do
    if ( (Output_EAC_Points_Array3[3,i] > Output_EAC_Points_Array3[3,j])
      and (Output_EAC_Points_Array3[4,i] > Output_EAC_Points_Array3[4,j])
    )
    then
      OKflag := false:
      break
    end if:
  end do:
  if (OKflag = true)
  then
    # додавання в список непокращуваних точок
    goodCounter := goodCounter +1:
    Output_EAC_PARETO_Points_Array3[0,goodCounter] := goodCounter:
    Output_EAC_PARETO_Points_Array3[1,goodCounter] := Output_EAC_Points_Array3[1,i]:
    Output_EAC_PARETO_Points_Array3[2,goodCounter] := Output_EAC_Points_Array3[2,i]:
    Output_EAC_PARETO_Points_Array3[3,goodCounter] := Output_EAC_Points_Array3[3,i]:
    Output_EAC_PARETO_Points_Array3[4,goodCounter] := Output_EAC_Points_Array3[4,i]:
  end if:
end do:
# Передача даних в файл
with(ExcelTools):
Export(Transpose(Output_EAC_Arrays),"Results_01.xls","results","A15");
Export(Output_Replacements_Dates_Values,"Results_01.xls","results","A2");
Export(Transpose(Output_EAC_Points_Array),"Results_01.xls","paretoPoints","B4");

```

```
Export(Transpose(Output_EAC_PARETO_Points_Array),"Results_01.xls","paretoPoints","O4");
Export(Transpose(Output_EAC_Points_Array1),"Results_01.xls","paretoPoints_01","B4");
Export(Transpose(Output_EAC_PARETO_Points_Array1),"Results_01.xls","paretoPoints_01","O4");
Export(Transpose(Output_EAC_Points_Array3),"Results_01.xls","paretoPoints_02","B4");
Export(Transpose(Output_EAC_PARETO_Points_Array3),"Results_01.xls","paretoPoints_02","O4");
```

Додаток В

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Монографії:

1. Малаксіано М.О. Моделювання складних систем: Монографія [Текст] / В.М. Соловійов, В.В. Вітлінський, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. В.М. Соловійова. – Черкаси: Видавець Третяков О.М., 2015. – 352 с. *Автором написано розділ 2.б.*

2. Малаксіано М.О. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 1: Монографія [Текст] / С.В. Руденко, І.О. Лапкіна, Т.А. Ковтун, А.В. Бондар, В.Ю. Смирковська, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. І.О. Лапкіної. – Одеса: Купрієнко СВ, 2018. – 188 с. *Автором розроблено метод підвищення стійкості показників ефективності проектів оновлення обладнання.*

3. Малаксіано М.О. Сучасні тенденції розвитку регіонів та галузей народного господарства [Текст] / Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріна, М.О. Малаксіано та ін. за ред. Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріної. – Дніпро: Пороги, 2018. – 348 с. *Автором запропоновано метод визначення термінів поновлення складного обладнання.*

4. Malaksiano M. Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine: monograph [Text] / T. Bilushchak, Z. Myna, V. Bondarchuk, I. Lapkina, M. Malaksiano and others. – Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2018. – 434 p.

Автором запропоновано метод визначення оптимального часу завершення проекту придбання та використання складного обладнання з урахуванням нестабільності рівня його завантаження.

5. Малаксіано М.О. Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій. Том 2: Монографія [Текст] / І.О. Лапкіна, В.О. Андриєвська, В.Ю. Смирковська, М.О. Малаксіано та ін. За заг. ред. І.О. Лапкіної. – Одеса: Купрієнко СВ, 2019. – 242 с.

Автором розроблено метод обґрунтування оптимальних термінів початку та завершення проектів придбання та використання об'єктів транспортної інфраструктури з врахуванням фізичного та морального старіння.

6. Rudenko S. Development of Scientific Schools of Odessa National Maritime University [Text] / S. Rudenko, A. Shakhov, M. Malaksiano and others. – Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2020. – 490 p.

Автором запропоновано метод створення систем підтримки прийняття рішень щодо розвитку інфраструктури морського транспорту, який на відміну від існуючих методів, орієнтований на створення та використання інтелектуальних алгоритмів управління технологічними процесами.

Статті в міжнародних та національних фахових виданнях:

7. Lapkina I. Elaboration of the equipment replacement terms taking into account wear and tear and obsolescence [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018. – Vol. 3, No. 3 (93). – P. 30–39.

База(и): SCOPUS та інші. Автором розроблено метод обґрунтування оптимальних термінів реалізації проектів розвитку інфраструктури морського транспорту, зважаючи на динаміку рівня фізичного та морального зносу.

8. Malaksiano M. Effectiveness assessment of non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano, O. Melnyk // Transactions on Maritime Science, 2020. – Vol. 9, No. 1. – P. 23–34.

База(и): SCOPUS та інші. Автору належить розробка метода оцінки проектів поповнення флоту судноплавної компанії, зважаючи на особливості їх операційної фази.

9. Lapkina I. Estimation of fluctuations in the performance indicators of equipment that operates under conditions of unstable loading [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018. – Vol. 1, No. 3 (91). – P. 22–29.

База(и): SCOPUS та інші. Автором запропоновано метод та математичну модель, які дозволяють кількісно оцінювати рівень коливань значень показників ефективності проектів будівництва та використання об'єктів інфраструктури морського транспорту, що функціонують в умовах мінливого, неповністю передбачуваного рівня завантаження.

10. Malaksiano N.A. On the stability of economic indicators of complex port equipment usage [Text] / N.A. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2012. – Issue 12. – P. 226–233.

База(и): SCOPUS та інші.

11. Lapkina I.O. Modelling and optimization of perishable cargo delivery system through Odesa port [Text] / I.O. Lapkina, M.O. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2016. – Issue 3. – P. 353–365.

База(и): SCOPUS та інші. Автором розроблено метод обґрунтування оптимальних режимів функціонування системи доставки швидкопсувних вантажів через Одеський морський порт з урахуванням фактору невизначеності.

12. Lapkina I. Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano, Y. Savchenko // Proceedings of the 1st International Workshop IT Project

Management (ITPM 2020). Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 18-20, 2020. – P. 36–45.

База(и): SCOPUS та інші. Автором запропоновано метод створення систем підтримки прийняття рішень щодо проектів розвитку інфраструктури морських терміналів з врахуванням особливих умов навігації.

13. Lapkina I.O. Optimization of the structure of sea port equipment fleet under unbalanced load [Text] / I.O. Lapkina, M.O. Malaksiano, M.O. Malaksiano // Actual Problems of Economics, 2016. – Issue 9. – P. 364–371.

База(и): SCOPUS та інші. Автором розроблено математичну модель функціонування морських терміналів, що дає можливість робити обґрунтовані висновки щодо вибору оптимальної структури парків перевантажувального обладнання морських зернових терміналів.

14. Lapkina I. To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds [Text] / I. Lapkina, M. Malaksiano, V. Glavatskih // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2019. – Т. 30(69), Ч. 2, № 4. – С. 134–140. *База(и): Index Copernicus. Автором запропоновано метод оцінки показників ефективності роботи суден, зважаючи на можливість застосування різних режимів їх використання.*

15. Лапкина И.А. Многокритериальный подход к обоснованию выбора проекта приобретения и эксплуатации судна-балкера [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано, В.И. Главатских // Транспортные системы и технологии, 2019. – Т. 2. № 33. – С. 99–110. *Автору належить розробка моделі багатокритеріальної оцінки ефективності проектів придбання та використання суден-балкерів.*

16. Лапкина И.А. О выборе судна с учетом изменений конъюнктуры фрахтового рынка и цены на топливо [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2019. – Вип. 1(58). – С. 184–198. *Автором розроблено метод вибору*

проекту придбання та використання судна з врахуванням кон'юнктури фрахтового ринку і ціни на пальне.

17. Malaksiano M. Vessel selection prospects and suitability assessment for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano, O. Melnyk // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2020. – Т. 31 (70), Ч. 2, № 1, – С. 135–140. *Автором розроблено модель, що дозволяє оцінювати ефективність проектів придбання та використання суден для перевезень негабаритних вантажів.*

18. Малаксіано М.О. Обґрунтування вибору судна для фрахтування на умовах тайм-чартеру з урахуванням можливості його використання для перевезень негабаритних вантажів [Текст] / М.О. Малаксіано, О.М. Мельник // Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2020 – № 1. – С. 90–96. *Автором запропоновано метод, що дозволяє оцінювати ефективність роботи суден, які фрахтуються на умовах тайм-чартеру з урахуванням специфіки структури вантажопотоку.*

19. Малаксіано М.О. Методика обґрунтування вибору неспеціалізованих суден з врахуванням можливості їх використання для перевезень негабаритних і важковагових вантажів та експлуатації на уповільнених швидкостях [Текст] / М.О. Малаксіано, О.М. Мельник // Наукові вісті Далівського університету, 2020. – № 18. <http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/2020-18-11.pdf> *Автором розроблена модель обґрунтування вибору неспеціалізованих суден з врахуванням специфіки структури вантажопотоку та можливості використання суден на різних швидкісних режимах.*

20. Лапкина И.А. О повышении устойчивости показателей эффективности при планировании сроков обновления сложного оборудования [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2018. – Вип. 1 (54). – С. 207–217. *Автором розроблено методи оцінки показників ефективності проектів придбання та використання складного портового обладнання та обґрунтування стратегій модернізації об'єктів транспортної*

інфраструктури, що скорочують ризики, пов'язані з неповною визначеністю інтенсивності вантажопотоку.

21. Лапкіна І.О. Проектування та оптимізація транспортних систем з використанням методів імітаційного моделювання [Текст] / І.О. Лапкіна, М.О. Малаксіано, Є.С. Савченко // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2018. – Вип. 3 (56). – С. 80–91. *Автором розроблено метод створення систем підтримки прийняття рішень відносно проектів розвитку інфраструктури портів з урахуванням змін структури вантажопотоку.*

22. Лапкина И.А. Определение сроков замены оборудования с учетом износа и изменений его рыночной стоимости [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Вісник Одеського національного морського університету: збірник наукових праць, 2018. – Вип. 4 (57). – С. 188–201. *Автором запропоновано метод обґрунтування термінів закінчення проектів придбання та використання обладнання з урахуванням динаміки рівня його зносу.*

23. Malaksiano M. On optimization of the management system of an innovation-oriented organization [Text] / M. Malaksiano // The scientific heritage, 2020. – No. 52, Vol. 1. – P. 47–51. *База(u): Index Copernicus, IJIFACTOR, ISSUU, Cosmos, Quality Factor, Calameo, SlideShare, ISI.*

24. Малаксиано А.А. О соотношении загрузки и пропускной способности морского грузового фронта совокупности взаимозаменяемых причалов / А.А. Малаксиано, Н.А. Малаксиано [Текст] // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць, 2004. – Вип. 13. – С. 144–156. *Автору належить розробка математичної моделі та метода оцінки показників ефективності та стійкості роботи морських терміналів.*

25. Malaksiano M. Improving the organization of the tug fleet operations [Text] / M. Malaksiano // Sciences of Europe, 2020. – No. 56. – Vol. 1. – P. 57–61. *База(u): CiteFactor, Index Copernicus, IJIFACTOR.*

26. Biloshchytska S., Bondar A., Bushuev S., Malaksiano M. Structure of the project-oriented organization energy entropy [Text] / S. Biloshchytska, A.

Bondar, S. Bushuev, M. Malaksiano // Scientific Journal of Astana IT University, 2020. – No. 3. – P. 28–34. *База(и): Index Copernicus, Base, Applied Science & Technology Source. Автору належить розрахунок енергетичних характеристик проектів.*

27. Malaksiano M. On managing innovative development within project-oriented companies [Text] / M. Malaksiano // Danish Scientific Journal, 2020. – No. 41, Vol. 1. – P. 56–62. *База(и): IJIFACTOR, ISSUU, Calameo, Journal Factor, Cosmos, SIS.*

28. Malaksiano M. On the organization of the structure of innovative developments management within the framework of project-oriented companies [Text] / M. Malaksiano // The scientific heritage, 2020. – No. 53, Vol. 1. – P. 48–53. *База(и): Index Copernicus International, IJIFACTOR, ISSUU, Cosmos, Quality Factor, Calameo, SlideShare, ISI.*

29. Малаксиано Н.А. Об оптимизации порядка выполнения работ, проводимых в рамках проекта [Текст] / Н.А. Малаксиано // Scientific discussion, 2020. – No. 48, Vol. 1. – P. 41–46. *База(и): IJIFACTOR, SIS, DIIF, Index Copernicus.*

30. Малаксиано Н.А. Оптимизация работы морских зерновых терминалов [Текст] / Н.А. Малаксиано, И.А. Горчинский // Slovak international scientific journal, 2020. – No. 46, Vol. 1. – P. 13–16. *База(и): IJIF, SIS, CiteFactor, Index Copernicus.*

Праці апробаційного характеру і роботи, що додатково відображають наукові результати дисертації:

31. Малаксиано Н.А. Использование многокритериальных оценок для уменьшения рисков при планировании ремонтов и замен сложного портового оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенного грузопотока [Текст] / Н.А. Малаксиано // *Методи та засоби управління*

розвитком транспортних систем: зб. наук. праць. ОНМУ, 2013. – № 1 (20). – С. 7 – 27.

32. Малаксиано Н.А. О влиянии уровня занятости портового оборудования на динамику его износа [Текст] / Н.А. Малаксиано // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. праць ОНМУ, 2012. – № 19. – С. 7 – 19.

33. Малаксиано М.О. Вибір стратегії ремонтів і замін складного обладнання, що функціонує в умовах непостійної зайнятості [Текст] / М.О. Малаксиано // Вісник Хмельницького національного університету, 2013. – Вип. 1. – С. 215 – 221.

34. Малаксиано Н.А. Об оптимальных сроках ремонтов сложного портового оборудования [Текст] / Н.А. Малаксиано // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Економіка, 2012. – Вип. 6(3). – С. 186–195.

35. Малаксиано Н.А. О планировании оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня занятости [Текст] / Н.А. Малаксиано // Економічна кібернетика, 2012. – № 4–6 (76–78). – С. 49–56. *База(u): Index Copernicus*

36. Малаксиано Н.А. О моделировании физического износа портового оборудования в условиях непостоянной занятости [Текст] / Н.А. Малаксиано // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. НАУ ім. М.Є. Жуковського, 2011. – №4 (16). – С. 74 – 87. *База(u): Index Copernicus*

37. Лапкина И.А. Об определении оптимальных сроков начала инновационных проектов создания объектов транспортной инфраструктуры [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв, НУК, 2020. – С. 68–71. *Автором запропоновано метод визначення оптимальних термінів початку інноваційних проектів створення об'єктів транспортної інфраструктури.*

38. Малаксіано М.О. Про оптимізацію термінів оновлення морської транспортної інфраструктури [Текст] / Малаксіано М.О. // Матеріали міжнародної наукової конференції «Проблеми та перспективи реалізації та впровадження міждисциплінарних наукових досягнень», 12 червня 2020 р., Київ. – С. 61–63.

39. Malaksiano M. Non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation [Text] / M. Malaksiano // Tendenze attuali della moderna ricerca scientifica: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz (B. 3), 5. Juni, 2020. Stuttgart, Deutschland: Europäische Wissenschaftsplattform. – P. 79–83.

40. Малаксиано Н.А. Об использовании неспециализированных судов для перевозок негабаритных грузов на замедленных скоростях [Текст] / Н.А. Малаксиано // Стратегічні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодії: матеріали міжнародної наукової конференції (Т. 2), 22 травня, 2020 р. – Суми, Україна: МЦНД. – С. 42–45.

41. Malaksiano M. Substantiation of non-specialized vessel choice for oversized cargo shipments [Text] / M. Malaksiano // Public communication in science: philosophical, cultural, political, economic and IT context: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol. 2), May 15, 2020. – Houston, USA: European Scientific Platform. – P. 46–49.

42. Малаксиано Н.А. Оптимизация сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа на основе многокритериального подхода [Текст] / Н.А. Малаксиано // Научные исследования: парадигма инновационного развития: сборник тезисов научных трудов III Международной научной конференции (Братислава–Вена, «26» мая 2020 года) / ГО «Международный научный центр развития науки и технологий», 2020. – С. 68–71.

43. Лапкина И.А. Обоснование сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа с учетом фактора неопределенности [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Тезисы XXXIV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». Санкт–Петербург–Астана–Киев–Вена, 28 сентября, 2018. – С. 38–42. *Автором запропоновано методикау обґрунтування тривалості проектів придбання та використання обладнання.*

44. Малаксиано Н.А. Определение сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тезисы XXXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». Москва–Астана–Харьков–Вена, 30 августа, 2018. – С. 39–43.

45. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости показателей работы оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тезисы XXXII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». Санкт–Петербург–Астана–Киев–Вена, 31 июля, 2018. – С.25–28.

46. Лапкина И.А. Использование методов имитационного моделирования для оценки пропускной способности морского терминала [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // Транспорт і логістика: проблеми та рішення: Збірник наукових праць за матеріалами VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Сєвєродонецьк – Одеса – Вільнюс – Київ, 23-25 травня 2018. Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Одеський національний морський університет – Одеса : КУПРІЄНКО СВ, 2018. – С. 34–35. *Автором запропоновано метод оцінки пропускної здатності морського терміналу.*

47. Лапкина І.О. Про забезпечення стійкості показників ефективності роботи обладнання в умовах мінливого завантаження [Текст] / І.О. Лапкина, М.О. Малаксиано // Збірник статей науково-інформаційного центру «Знання» за матеріалами XXXIV міжнародної науково-практичної конференції: «Розвиток науки в XXI столітті» 1 частина, г. Харків: збірник зі статтями

(рівень стандарту, академічний рівень). – Харків: науково-інформаційний центр «Знання», 2018. – С. 46–49. *Автором розроблено математичну модель роботи обладнання в умовах мінливого завантаження.*

48. Horchynskiy I.O. The analysis of required capacity for the ukrainian grain cargo terminals [Text] / Horchynskiy I. O., Malaksiano M. O. // International Scientific Conference Anti-Crisis Management: State, Region, Enterprise: Conference Proceedings, Part III, November 17th, 2017. Le Mans, France: Baltija Publishing, 2017. – P. 136–137. *Автором виконано аналіз сучасного стану організації перевантажування зерна в українських портах.*

49. Malaksiano N.A. Selection of efficiency based speed of ship's operation [Text] / N.A. Malaksiano, T.V. Cuzmina // *Materialy XIII Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic» 07–15 grudnia. Vol. 12. Techniczne nauki. Przemysł. Nauka i studia, 2017. – P. 50–52. Автором виконано аналіз шляхів підвищення конкурентоспроможності судноплавних компаній.*

50. Malaksiano M.O. The analysis of stability for the projects of purchase of the bulk-carrier vessels for grain cargo transportations [Text] / M.O. Malaksiano, K.O. Nizamova // *Materials of the XIII International scientific and practical conference. Conduct of modern science -2017. November 30 – December 7., Vol. 7. Science and Education Ltd, Sheffield. Great Britain, 2017. – P. 16–18. Автором виконано аналіз шляхів підвищення ефективності роботи флоту судноплавних компаній.*

51. Лапкина И.А. Моделирование и оптимизация системы доставки скоропортящихся грузов [Текст] / И.А. Лапкина, Н.А. Малаксиано // *Тези доповідей II Міжнародної наукової конференції «Соціальні трансформації: сім'я, шлюб, молодь, транспорт та інноваційний менеджмент у країнах нового шовкового шляху». – Одеса, 24-26 квітня, 2017. – С. 46–48. Автором запропоновано метод обґрунтування оптимальних режимів функціонування системи доставки швидкопсувних вантажів.*

52. Малаксіано М.О. Дослідження стійкості показників ефективності проекту придбання судна [Текст] / М.О. Малаксіано, Д.О. Ткаченко // Тези доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених «Проблеми та перспективи розвитку транспорту». – Одеса, 17 квітня, 2015. – С. 74–75. *Автором запропоновано метод оцінки стійкості показників ефективності проекту.*

53. Малаксіано М.О. Аналіз стійкості проекту придбання судна для перевезень експортних вантажів [Текст] / М.О. Малаксіано, Д.О. Ткаченко // Тези доповідей 68 студентської науково-технічної конференції ОНМУ. – Одеса, 14–17 квітня, 2015. – С. 158–159. *Автором запропоновано модель змінення показників ефективності проекту.*

54. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости экономических показателей при планировании сроков ремонтов и замен оборудования, используемого в условиях неполностью прогнозируемого уровня его занятости [Текст] / Малаксиано Н.А. // Інформаційні технології та моделювання в економіці: збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси, 20–22 травня. – Черкаси: видавець Третьяков О.М., 2015. – С. 139–142.

55. Малаксиано Н.А. О долгосрочном планировании сроков ремонтов и замен сложного оборудования, используемого в условиях неполностью прогнозируемого уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Конкурентоспроможність як основа розвитку економіки в сучасних умовах: збірник тез наукових робіт учасників Міжнародної науково-практичної конференції. – Одеса, 19–20 вересня 2014. ГО «Центр економічних досліджень та розвитку». – О.: ЦЕДР, 2014. – С. 67–68.

56. Малаксиано Н.А. Оценка устойчивости экономических показателей использования сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення: матеріали Міжнародної науково-практичної

конференції. Львів, 26–27 вересня 2014 р. ГО «Львівська еконмічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2014. – Ч.2. – С. 27–30.

57. Малаксиано Н.А. Построение долгосрочных экономически обоснованных планов ремонтов и замен сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Теоретичні та практичні аспекти розвитку національної економіки в умовах глобальної нестабільності: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції для студентів, аспірантів та молодих учених, 19-20 вересня. К.: «Нова економіка», 2014. – С. 83–85.

58. Малаксиано Н.А. Экономически обоснованное планирование сроков ремонтов и замен оборудования с использованием многокритериальных оценок [Текст] / Малаксиано Н.А. // Економічний розвиток держави та регіонів в умовах трансформаційних змін: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27 вересня. – Дніпропетровськ: НО «Перспектива», 2014. – С. 103–104.

59. Малаксиано Н.А. Об устойчивости экономических показателей использования сложного оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Ефективне управління економікою: процеси, явища, ризики. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 13–14 червня. Черкаси: Видавничий дім «Гельветика», 2014. – С. 10–12.

60. Малаксиано Н.А. О повышении устойчивости экономических показателей при планировании сроков ремонтов и замен оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Сучасні тенденції в економіці та управлінні: новий погляд: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 13–14 червня. Східноукраїнський інститут економіки та управління. – Донецьк: ГО «СІЕУ», 2014. – Ч.2. – С. 106–108.

61. Малаксиано Н.А. Многокритериальная оптимизация стратегий ремонтов и замен оборудования, функционирующего в условиях неполнотью определенного уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Економічне

прогнозирование: модели и методы», 5-7 июня. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. – С. 266–269.

62. Малаксиано Н.А. Использование многокритериальных оценок для планирования ремонтов и замен оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-Одеса-2013): Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Одеса: «ВидавІнформ» ОНМА, 2013. – С. 97–99.

63. Малаксиано Н.А. Планирование ремонтов и замен портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей п'ятої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні порти – проблеми та рішення», Іллічівськ, 02–09 червня, 2013. – С. 65–67.

64. Малаксиано Н.А. О планировании сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном уровне загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем», Харків, 11 – 12 квітня, 2013. – С. 258–261.

65. Малаксиано Н.А. Об уменьшении уровня неопределенности при планировании ремонтов и замен оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенной загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2013». 27 února - 05 března 2013 roku – Díl 5. Ekonomické vědy: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. – P. 61–63.

66. Малаксиано Н.А. Определение оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня загрузки [Текст] / Малаксиано Н.А. // Матеріали за 9-а міжнародна научна практична конференція «Бъдешите изследвания», 17–25 февруари, 2013. – Том 5. Икономики. – София. «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 35–37.

67. Малаксиано Н.А. Анализ устойчивости экономических показателей использования сложного портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Материали за 9-а международна научна практична конференция «Настощи изследвания и развитие», 17–25 януари 2013. – София, България. «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 72–74.

68. Малаксиано Н.А. Планирование оптимальных сроков ремонтов и замен сложного портового оборудования при неполностью определенном прогнозе уровня занятости [Текст] / Малаксиано Н.А. // Анализ, моделирование и прогнозирование экономических процессов: материалы IV Международной научно-практической конференции, 15 декабря 2012 г. – 15 февраля 2013 г. – Воронеж: Изд-во ЦНТИ, 2012. – С. 168–171.

69. Малаксиано Н.А. Об оптимальных сроках ремонтов портового оборудования [Текст] / Малаксиано Н.А. // Тези доповідей. XVII Всеукраїнська науково-методична конференція „Проблеми економічної кібернетики“, Одеса. –12–14 вересня, 2012 – С. 277–278.

70. Малаксиано Н.А. Об оценке влияния уровня занятости портового оборудования на динамику его физического износа [Текст] / Малаксиано Н.А. // Современные порты – проблемы и решения: тезисы докладов четвертой международной научно-практической конференции, 26 апреля – 3 мая 2012 г. – Одесса: ОНМУ, 2012. – С. 121–122.

Додаток Г

Акти впровадження результатів дисертаційного дослідження

Malaksiano N.A.,
 System Analyses and Logistic dep.,
 Odessa National Maritime University,
 Mechnikov street, 34, Odessa, 65029
 Ukraine

Dipl.-Ing. David Schnabel
 Tel +49 (0)40 36 12 01-16
 Fax +49 (0)40 36 12 01-28
 David.Schnabel@sellhorn-hamburg.de
 Hamburg, 3 May 2017

To whom it may concern

Dear Sirs,

We hereby confirm that the results of academic research by Dr. Mykola O. Malaksiano were successfully implemented in practice during development of the computer simulation model and served as a basis for decision support system software developed by Sellhorn corp. for the RoRo Terminal Port of Emden (in the period of 1st of June, 2016 – 31st of January, 2017).

Use of this system allowed to provide a significant insight into the terminal's key performance indicators estimations, taking into account forecasted cargo flow variations, possible technical failures, working patterns of stevedores, schedule of tides and other specific navigational and technological features of operations at the RoRo Terminal Port of Emden.

The methods proposed by Dr. Malaksiano allowed to make sharp estimations and forecasts for the mean values of the terminal's key performance indicators, also measuring the ranges of their variations caused by possible fluctuations of the input data values. The developed system proved its applicability as an effective tool for evaluation and optimization at the both operational and strategic planning, taking into account performance and stability indicators of the terminal.

Yours sincerely,

Sellhorn
 Ingenieurgesellschaft mbH

Geschäftsführer / Managing director
Dipl.-Ing. David Schnabel,



Sellhorn
 INGENIEURGESELLSCHAFT ■
 Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH
 Teilfeld 5, 20459 Hamburg
 www.sellhorn-hamburg.de

Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH
 Teilfeld 5 . 20459 Hamburg . Tel +49 (0)40 36 12 01-0 . Fax +49 (0)40 36 12 01-28 . info@sellhorn-hamburg.de . www.sellhorn-hamburg.de

HSH Nordbank . BLZ 210 500 00 . Kto.-Nr. 174 060 000 . IBAN: DE 46 2105 0000 0174 0600 00 . BIC: HSHNDEHHXXX
 Hamburger Sparkasse AG . BLZ 200 505 50 . Kto.-Nr. 1261 1569 37 . IBAN: DE 40 2005 0550 1261 1569 37 . BIC: HASPDEHHXXX

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. David Schnabel . Dipl.-Ing. Corinna Sellhorn . Dipl.-Ing. Manfred Voß
 Amtsgericht Hamburg . HRB 51426 . USt-IdNr.: DE118573659



protein Service GmbH · Deichstraße. 29 · 20459 Hamburg

Malaksiano N.A.,
System Analyses and Logistic dep.,
Odessa National Maritime University,
Mechnikova street, 34, Odessa,
Ukraine, 65029


To who it may concern


Subject: Confirmation of research implementation

Dear Sirs,

hereby we confirm, that the results of scientific research by Dr. Mykola O. Malaksiano were successfully implemented for the developing of the simulation model, which served as a basis for decision support system software for the pre-shipment logistic area of car factory in Wrzesnia, Wielkopolska (Poland) held by PROTEIN GmbH starting 1st of March 2016 till 30th of April 2016.

The developed decision support system is proved to be effective for the purpose of terminal's key performance indicators evaluation, taking into account cargo flow forecast variations, uncertainties of delivery schedules and other specific technological features of terminal operations. The model proposed by Dr. Mykola O. Malaksiano allowed not only making sharp estimations and forecasts for the mean values of the terminal's key performance indicators, but also it allowed measuring the ranges of their variations caused by possible fluctuations of the input data values. Thus, the model allows to adjust parameters in order to substantiate their optimal values on the designing phase, before terminal operations process has been started.


 Dr. Joachim Soergel
 General Manager/ Geschäftsführer


protein
 Project Tender Information Service
 Project Tender Information Service GmbH
Teilfeld 5 · 20459 Hamburg
 Phone 0049 (0) 40 41306827-0
 Fax 0049 (0) 40 41306827-30

ProTeIn-Service GmbH
Deichstr. 29 · 20459 Hamburg
Tel. 040 41306827-0
Fax. 040 4130682730
E-Mail: info@protein-service.eu
Web: www.protein-service.eu

Bank HASPA
BLZ 200 505 50
Konto 1280/199611

Geschäftsführer:
Dr. Joachim Soergel
Amtsgericht Hamburg HBR 98962
Steuernummer: 57/835/42597



consulting financing management for ports and logistics

To whom it may concern.

Hereby we confirm that the results of scientific research "Innovation-oriented management of maritime transport infrastructure development projects" by Dr. Mykola Malaksiano were successfully implemented in practical business activities of the inveni portum solutions GmbH.

The proposed by Dr Malaksiano methods of development of decision support systems is proved to be effective for substantiating the optimal parameters for the maritime transport infrastructure development projects. The developed models allowed not only making sharp estimations and forecasts for the mean values of the key performance indicators for the maritime transport infrastructure development projects, but also allows measure the ranges of their variations caused by possible fluctuations of the input data values.

The conceptual model of the organization's management system proposed by Dr. M. Malaksiano made it possible to build such a management structure, where the advantages of both classical project management methods and *agile* methods were realized. The introduction of such a management structure made it possible to significantly increase the efficiency of introducing innovative technologies into the production process.

The methods and models proposed in the work "Innovation-oriented management of maritime transport infrastructure development projects" have significantly improved the efficiency of innovative projects implemented by inveni portum solutions GmbH.

inveni portum solutions GmbH

Yevgen Savchenko/Senior manager

Hamburg, Germany. September 1st 2020

inveni portum solutions GmbH
 Teilfeld 5, 20459 Hamburg
 Tel. 040 361201-970, Fax 040 361201-28
 E-Mail: info@inveni-portum.de
 Web: www.inveni-portum.de

inveni portum solutions GmbH
 +49 40 36 1201 - 970
 Teilfeld 5, 20459 Hamburg
info@inveni-portum.de

inveni-portum.de
 Hamburger Sparkasse
 IBAN: DE28 2005 0550 1280 1996 11
 BIC: HASPDEHHXXX

Geschäftsführung:
 Dr. Joachim Soergel
 Amtsgericht Hamburg HRB 98962
 Steuernummer: 48/752/02621

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ
ТОВАРИСТВО «ІСРЗ»**

Україна, 68093, Одеська обл., м. Чорноморськ,
с. Малодолінське, вул. Космонавтів, 59-Б
Ідентифікаційний код 32333962
Тел.: +38 048 712 65 65
Факс: +38 048 717 58 70
E-mail: market@isrz.net
www.isrz.net



**PRIVATE STOCK COMPANY
«ISRY»**

Ukraine, 68093, Odesa region, Chornomorsk,
Malodolynske village, 59-B, Kosmonavtiv Street
Identification code 32333962
Tel.: +38 048 712 65 65
Fax: +38 048 717 58 70
E-mail: market@isrz.net
www.isrz.net

АКТ

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
«ІННОВАЦІЙНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОЗВИТКУ
ІНФРАСТРУКТУРИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ»**

В рамках дисертаційного дослідження завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій Одеського національного морського університету, к.ф.-м.н., доц. Миколи Олександровича Малаксіано «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» було розроблено методи обґрунтування оптимальних термінів реалізації проєктів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням морального і фізичного старіння виробничого обладнання, а також запропоновано методи управління термінами реалізації проєктів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням фактору невизначеності.

Запропоновано методику багатокритеріальної оцінки показників ефективності функціонування обладнання при переході на обладнання нового типу з урахуванням як фізичного, так і морального зносу.

Запропоновані методи і моделі дозволили значно підвищити рівень ефективності проєктів модернізації об'єктів інфраструктури морського транспорту.

Вважаємо що дослідження, які проведені М.О. Малаксіано в рамках дисертаційного дослідження «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» є актуальними, представляють практичний інтерес та ефективні при впровадженні в виробництві.

Зам. Председателя правления

20.05.2020



Желтиков Е.И.



ISO 9001:2008
Система управління
Сертифікована ОС РУРС
Номер сертифікату:
14.308.180



ISO 9001:2008
Management system
Certified by RSRD
Certificate Number:
14.308.180



44, Koblevska str., ap. 10,
Odessa, 65023, Ukraine
www.sigomarine.com
www.sigo-yacht.com

+380 48 737 77 75
+380 48 737 88 85
+380 48 77 00 555
info@sigomarine.com

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ЧП «СІГО-МАРІН»

Маслов С.І.

« 07 » вересня 2020 р.

АКТ

про впровадження науково-дослідницької роботи
«ІННОВАЦІЙНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ
МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ»

завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій ім. проф.
Р.В. Меркта Одеського національного морського університету
Малаксіано Миколи Олександровича

Цим актом засвідчуємо, що результати науково-дослідницької роботи завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій ім. проф. Р.В. Меркта Одеського національного морського університету, к.ф.-м.н., доц. М.О. Малаксіано на тему: «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» були використані та довели свою ефективність в практичній діяльності Іллічівського судноремонтного заводу.

Запропонована М.О. Малаксіано концептуальна модель системи управління організацією дала можливість побудувати таку структуру управління, в рамках якої були реалізовані переваги як класичних методів управління проектами, так і Agile методів. Впровадження такої структури управління дозволило значно підвищити ефективність впровадження інноваційних технологій в виробничий процес.

Також високу ефективність показав метод багатокритеріальної оптимізації порядку виконання робіт у складі дослідницького проєкту.

Запропоновані в роботі «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» методи і моделі дозволили значно покращити показники ефективності інноваційних проєктів, що реалізуються ЧП «СІГО МАРИН» на Іллічівському судноремонтному заводі.

Головний інженер
Приватного-підприємства
«СІГО-МАРИН»

Черноусов І.В.



ТОВ «СІГРАН»

Україна, 65026, м. Одеса, вул. Приморська, 15/17
 Код ЄДРПОУ 21039383
 Тел. (048) 704-50-41
 Свідоцтво РМРС № 19.80021.180
 Свідоцтво РСУ № СВП-41-3-33-20

E-mail: sigran2001@ukr.net
www.sigran.com.ua

LLC «SIGRAN»

15/17, Primorskaya Str., Odessa, 65026, Ukraine

Tel. (048) 704-50-41
 Certificate RMRS № 19.80021.180
 Certificate SRU № СВП-41-3-33-20

АКТ

**про впровадження результатів науково-дослідницької роботи
 «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського
 транспорту»**

В роботі к.ф.-м.н., доц. Малаксіано Миколи Олександровича «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» було запропоновано стохастичну динамічну модель зміни показників ефективності функціонування складного обладнання, яка враховує випадкові коливання завантаження обладнання, а також запропоновано методику обґрунтування термінів заміни складного обладнання з врахуванням нестійкості рівня його завантаження. Отримані результати знайшли застосування в практичній діяльності ТОВ «СІГРАН», а саме:

- застосовано метод кількісної оцінки співвідношення між середніми сумарними питомими витратами на обладнання, рівнем коливань цих витрат при можливих випадкових змінах завантаження і терміном заміни обладнання;
- використано модель динаміки фізичного зносу технічних засобів, що дозволяє вирішувати задачу знаходження оптимальних з економічної точки зору термінів ремонтів і заміни складного портового обладнання, яке функціонує в умовах непостійної зайнятості, і застосовано цю модель для порівняння і аналізу різних стратегій ремонтів і заміни складного обладнання;
- застосовано методику планування термінів заміни складного обладнання з врахуванням нестійкості інтенсивності рівня завантаження. Ця методика дозволяє обґрунтовувати терміни заміни обладнання, приймаючи до уваги як середні очікувані показники ефективності експлуатації обладнання, так і рівень можливих коливань цих показників.

Результати досліджень, що були отримані в рамках науково-дослідницької роботи «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» є актуальними та представляють значний практичний інтерес. Вони довели свою ефективність при впровадженні в практичній діяльності ТОВ «СІГРАН».

Директор виробничого підрозділу
 ТОВ «СІГРАН» «ХССЗ ім. Комінтерну»



Філіп'єв С.В.

21.05.2020

**АСК «УКРРІЧФЛОТ»**

вул. Електриків, 8,
м. Київ, 04071, Україна
т./ф.: +38 044 594 57 88/89
mail: office@urf.ua · www.urf.ua

Дата/Date: 17.06.2024-1-23/140

На Ваш/Your Ref _____

JSSC «UKRRICHFLOT»

8 Elektrykiv Street, Kyiv,
04071, Ukraine
ph / f.: +38 044 594 57 88/89
e-mail: office@urf.ua · www.urf.ua

АКТ

**про впровадження науково-дослідницької роботи завідувача кафедри ТКїІТ ім. проф.
Р.В. Меркта Одеського національного морського університету,
к.ф.-м.н., доц. Миколи Олександровича Малаксіано на тему:
«Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського
транспорту»**

Комісія у складі:

голова комісії: О.М. Борисенко;

члени комісії: О.Є. Кошелев, Ю.Е. Терещенко, Д.А. Коломаченко;

склали даний акт про те, що науково-дослідницька робота М.О. Малаксіано на тему
«Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського
транспорту» є актуальною і становить значний практичний інтерес. Результати цієї роботи були
впроваджені в практичній діяльності компанії АСК «Укррічфлот», а саме:

- використано метод оцінки показників ефективності використання суден з врахуванням динаміки змін кон'юнктури фрахтового ринку;
- використано метод обґрунтування вибору проекту придбання та подальшої експлуатації суден з врахуванням структури майбутніх вантажопотоків і перспективних напрямів перевезень.

Використання зазначених методів дало змогу підвищити ефективність експлуатації суден та позитивно відбилосся на рівні конкурентоспроможності компанії.

Генеральний директор

АСК «Укррічфлот»



О.М. Борисенко



National
Carrier



**ATLANTIC
SHIPPING**

ATLANTIC SHIPPING CO. LTD.

Trust Company Complex, Ajeltake Road, Ajeltake Island, Majuro, MH96960,
Marshall Islands
IMO 5971087

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор «ATLANTIC SHIPPING CO. LTD.»



Polivoda Serhii

« 19 » серпня 2020 р.

АКТ

про практичне застосування результатів дисертаційного дослідження завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій Одеського національного морського університету, к.ф.-м.н., доц. Миколи Олександровича Малаксіано на тему: «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту»

Цим актом засвідчуємо, що результати дисертаційного дослідження завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій Одеського національного морського університету, к.ф.-м.н., доц. М.О. Малаксіано на тему «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» були використані в практичній діяльності «ATLANTIC SHIPPING CO. LTD.» у вигляді

- 1) методів розрахунку показників ефективності використання суден-балкерів;
- 2) методу обґрунтування вибору проекту придбання судна-балкера, зважаючи на можливість його використання на різних швидкісних режимах;
- 3) методу багатокритеріального оцінювання для обґрунтування вибору проекту розвитку флоту судноплавної компанії.

Застосування методів, що запропоновані в дисертаційному дослідженні М.О. Малаксіано, дозволило покращити показники ефективності проектів придбання та експлуатації суден, які реалізуються компанією «ATLANTIC SHIPPING CO. LTD.»

Начальник відділу (або заступник)
судноплавної компанії
«ATLANTIC SHIPPING CO. LTD.»



Polivoda Serhii

MARSHAL ISLANDS



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-організаційної роботи Одеського національного морського університету, д.т.н., проф.

Анатолій ШАХОВ

09 2020 р.

АКТ ВИКОРИСТАННЯ

результатів дисертаційної роботи к.ф.-м.н., доц. М.О. Малаксіано на тему «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» в навчальному процесі Одеського національного морського університету

Ми, що нижче підписалися, начальник навчально-методичного відділу, доц. І.В. Герасимов і директор Навчально-наукового інституту морського бізнесу, д.е.н., проф. С.П. Онищенко склали цей акт про те, що результати дисертаційного дослідження завідувача кафедри ТКІТ ім. проф. Р.В. Меркта, к.ф.-м.н., доц. Миколи Олександровича Малаксіано на тему «Інноваційно-орієнтоване управління проектами розвитку інфраструктури морського транспорту» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами були використані

– при читанні лекцій та проведенні практичних занять по дисциплінах «Проектування та оптимізація інтегрованих транспортних систем», «Моделювання транспортних процесів і систем», «Інформаційні технології та підтримка прийняття рішень в УП» у Навчально-науковому інституті морського бізнесу;

– при розробці магістерських робіт студентами Навчально-наукового інституту морського бізнесу: І.О. Горчинським, В.І. Главатських, М.С. Поліводою, С.С. Тріскач.

Директор Навчально-наукового інституту морського бізнесу, д.е.н., проф.

Світлана ОНИЩЕНКО

Начальник навчально-методичного відділу ОНМУ, доц.

Ігор ГЕРАСИМОВ