

## РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ВИБОРУ МАРШРУТУ РОБОТИ СУДЕН ПОСТАЧАННЯ ВИДОБУВНИХ ПЛАТФОРМ В ШЕЛЬФАХ МОРІВ

Акімова О. В., Кравченко О. А.

### 1. Вступ

За даними Державного інформаційного геологічного фонду («Геоінформ»), станом на 01.01.2017 в Україні розробляється 269 об'єктів горючих газоподібних корисних копалин, обсягом 798442 млн. м<sup>3</sup> та 135 горючих рідких корисних копалин, обсягом 121,124 млн. т. Зокрема три газових об'єкти в шельфі Азовського моря, обсягом 10534 млн. м<sup>3</sup>, та два нафтових, обсягом 5,425 млн. т та в шельфі Чорного моря три газових об'єкта 37506 млн. м<sup>3</sup>, та одно нафтове, ємністю 3,222 млн. т [1].

У лютому 2017 року компанія Укргаздобича подала до Державної служби геології і надр документи на отримання ліцензій на 5 ділянок шельфу Чорного моря. Компанія «Укргазвидобича» входить до складу компанії Національної акціонерної компанії (НАК) «Нафтогаз Україна», тобто 100 % акцій компанії належить НАК «Нафтогазу України». Укргазвидобича є найбільшим видобувачем газу в Україні і, відповідно до постанови Кабінету Міністрів, зобов'язана реалізовувати всі обсяги видобутого газу НАК «Нафтогаз України» для потреб населення. Зі складу НАК «Нафтогаз Україна» вийшло підприємство ДАТ «Чорноморнафтогаз», яке здійснювало повний комплекс заходів по видобутку і транспортуванню нафти в шельфі Черноморско-Азовського регіону з береговою інфраструктурою в Криму. Таким чином, пріоритетами розвитку компанії «Укргазвидобича» стають оновлення та поповнення ресурсної бази, створення нової берегової інфраструктури на материковій частині України та облаштування ділянок шельфу для організації видобутку сировини. На цих ділянках шельфу розвідані запаси оцінюються в розмірі від 80 до 300 млрд. м<sup>3</sup> газу [2]. Укргаздобича розраховує почати розвідувальне буріння на шельфі Чорного моря в 2019–2020 рр. і вийти на промисловий видобуток на початку 2021 р. До 2020 р. Укргаздобича планує вкласти 3 млрд. дол. в закупівлю і модернізацію нового обладнання для видобутку нафти і газу [3]. Процес організації видобутку вуглеводнів в шельфах морів вимагає залучення складних інженерних споруд, що включають засоби видобутку, промислової підготовки та транспортування вуглеводної сировини, а також спеціальних технічних та обслуговуючих суден [4]. Організація видобутку нафти та газу в шельфах морів складається з декількох етапів: розвідка, розробка, видобуток, транспортування [5]. На кожному етапі залучаються технічні судна, які мають вузькоспеціалізоване призначення. Спеціалізовані судна обслуговування використовують для доставки постачання та персоналу на протязі всіх етапів, за винятком першого – розвідки. Таким чином, питання, що пов'язані з удосконаленням організації роботи спеціалізованих суден постачання, зокрема для компанії «Укргазвидобича», шляхом розробки нових методів та засобів, являються актуальними. Це підтверджується обмеженою кількістю публікацій за даною тематикою у зв'язку із вузькою спеціалізацією суден.

## 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є організація роботи спеціалізованих суден постачання видобувних платформ (СПП) в шельфах морів. СПП – це судна, які відносяться до offshore support vessels (OSV) – суден обслуговування споруд (видобувних платформ, вітрильників), що знаходяться на деякій відстані від узбережжя (від англійського Off shore – «поза берегом»), рис. 1.

За основним призначенням до суден (OSV) відносяться наступні види суден:

- судна сейсмічної розвідки (seismic survey ships);
- судна постачання платформ (platform supply vessels (PSV));
- буксири-якорезаводчики (anchor handling tugs);
- судна подвійної спеціалізації: якорезаводчики та судна постачання (anchor handling tug and supply vessels (AHTS));
- судна для виконання будівельних робіт (offshore construction vessels (OCV));
- судна для підводних робіт (ROV support vessels, dive support vessels);
- судна для доставки екіпажу та інспекції (stand-by vessels, inspection, crew boat);
- судна для виконання ремонтних робіт (maintenance and repair vessels (IMR)) та варіативні комбінації серед них.



**Рис. 1.** Схема взаємодії: *а* – берегової інфраструктури з *б* – видобувною платформою

Основні техніко-експлуатаційні характеристики СПП суден:

- вантажопідйомність від 1500 до 7000 т;
- довжина від 60 до 90 м;
- швидкість від 12 до 14 вузлів;
- площа вантажної палуби від 400 до 1100 м<sup>2</sup>;
- судна оснащені кранами вантажопідйомністю близько 6 т;
- оснащені спеціальною системою утримання на точці;
- можуть перевозити до 70 пасажирів.

Використовуються, як правило, для транспортування екіпажів, постачання, води, палива, рефконтейнерів, різних мастильних матеріалів і хімікатів, сипучих і рідких вантажів, необхідних для забезпечення нафтових платформ.

Одним з найбільш проблемних місць є необхідність підвищення ефективності роботи спеціалізованих судів обслуговування для доставки персоналу, будівельних матеріалів і постачання на нафтові платформи в шельфах морів під час експлуатації платформ для видобутку нафти. Судна 25 %

часу знаходяться в порту під завантаженням, 40 % часу знаходяться в морі, при швидкості 14–16 вузлів підходять до видобувних платформ, та 35 % розвантажуються в морі часто при поганих погодних умовах: сильних вітрах, високих хвилях. Тому для скорочення часу завантаження та розвантаження потрібно розробити оптимальний варіант схеми та маршруту роботи суден.

### **3. Мета та задачі дослідження**

*Мета дослідження* – розробити методичний підхід щодо обґрунтування маршруту роботи спеціалізованих суден постачання, які обслуговують видобувні платформи в шельфах морів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Охарактеризувати типи спеціалізованих суден, що обслуговують нафтові платформи.
2. Проаналізувати функції та види операцій, що виконують спеціалізовані судна, які обслуговують морські бурові платформи (МБП).
3. Виявити критерій оцінки вибору варіанту схеми та маршруту роботи спеціалізованих суден постачання, при обслуговуванні морських бурових платформ.
4. Провести експериментальні розрахунки по вибору оптимальної схеми та маршруту роботи СПП, та отримати економічний ефект від впровадження методології по організації роботи СПП.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Серед основних напрямків вирішення задачі удосконалення роботи суден постачання платформ, за рахунок перспективності розробки нових джерел добичі нафти та газу в шельфах Чорноморсько-Азовської секції, виявлених в ресурсах світової наукової періодики, можуть бути виділені [1, 2]. Але в цих роботах не розглянуто види та характеристики технічних засобів для видобутку вуглеводнів в шельфах морів. Оптимістичні перспективи, щодо обсягів видобутку газу в українському шельфі Чорного моря, які вказані в [3], роблять важливим та необхідним розробку нових підходів щодо облаштування інфраструктури та організації роботи спеціалізованих суден. Ці суда залучаються до видобутку нафти та газу в шельфі морів. Питанням облаштування нафтогазових родовищ присвячена робота [4], проте є невирішеним питання особливості організації роботи спеціалізованих технічних засобів в шельфі морів. Авторами роботи [5, 6] надано класифікацію технічних засобів, що залучаються до облаштування родовищ в шельфах морів, а також представлено метод визначення необхідної кількості суден, що обслуговують морські бурові платформи. Але залишається без уваги питання розробки та визначення маршруту роботи суден для оптимізації витрат по обслуговуванню платформ.

Альтернативний варіант вирішення завдання удосконалення роботи суден постачання, викладений в [7], передбачає нові підходи при проектуванні суден. На думку авторів роботи [8], ефективність організації роботи СПП досягається за рахунок використання он-лайн системи планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning). Однак описані параметри мають фактичні

підтвердження лише для умов роботи СПП в Campos Basin, Бразилія. Розглядалися в [9, 10] детерміновані та стохастичні моделі по вибору схеми роботи суден, що обслуговують повітряні ферми в шельфі морів, але не приділяється увага розробці маршруту роботи таких суден. Це підкреслює неточність в отриманих результатах.

В [11, 12] підкреслено важливість врахування природних факторів в роботі СПП. Хоча це твердження може бути розглянуто зі сторони інших технічних засобів, що використовуються при облаштуванні видобувних платформ в шельфах морів.

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що питання щодо розробки методу маршрутизації роботи спеціалізованих суден, які обслуговують стаціонарні видобувні платформи, являється перспективним та потребує подальшого вивчення.

## **5. Методи досліджень**

Для удосконалення роботи СПП задіяні такі методи, як метод варіантів та метод маршрутизації роботи транспортних засобів.

Для організації доставки постачання СПП на нафтові платформи, що знаходяться в шельфі морів, можна застосувати класичний варіант завдання маршрутизації, модифікуючи її під умови роботи офшорних суден.

Маршрутизація роботи СПП – це найбільш ефективний спосіб організації оптимального просування вантажопотоків по логістичним каналам і ланцюгам. Формування раціональних маршрутів дозволяє точно визначати обсяги перевезень вантажів в територіальному і часовому розрізі, розраховувати кількість транспортних засобів, необхідних для забезпечення вантажопотоків, домагатися значного скорочення простоїв рухомого складу під навантаженням і розвантаженням [13].

Маршрутизація являється одним з методів підвищення продуктивності роботи транспортних засобів при одночасному зниженні чисельності активного рухомого складу зі збереженням обсягів перевезень та покращенням якості транспортного обслуговування.

При роботі суден постачання, відповідно до концепції логістики, необхідно розробляти такі маршрути, які могли б забезпечити мінімум порожніх пробігів і своєчасне повернення транспортних засобів. Дану задачу, відповідно до задачі з транспортної логістики, вирішують на основі критерію мінімізації експлуатаційних витрат або тонно-кілометрового пробігу.

При складанні маршрутів руху рухомого складу, слід враховувати, що по одному маршруту можуть перевозитися різні вантажі, які повинні задовольняти наступні умови: їх транспортування можна робити одним і тим же рухомих складом. Отже, маршрутизацію перевезень можна складати тільки при наявності груп вантажів, які потребують для перевезення однотипний рухомий склад. Маршрути складаються по кожній групі вантажів.

## **6. Результати дослідження**

Спеціалізовані судна, що обслуговують МБП, можна класифікувати за видами процесів, які вони призначені виконувати, табл. 1.

**Таблиця 1**

Класифікація суден спеціалізованого флоту в залежності від призначення за видами процесів

Базове судно	Процеси, які виконують судна
Буксири	Технологічні, рятувальні, пожежні, буксирні
Судна постачання	Транспортні, технологічні, рятувальні, пожежні
Криголам	Криголамні, транспортні, технологічні, рятувальні, пожежні

Таким чином, з табл. 1 видно, що спеціалізовані судна, які задіяні в обслуговуванні МБП, являються багатофункціональними, але мають основну, базову характеристику за призначенням та основним процесом. За базовим призначенням обирається базове спеціалізоване судно, на підставі якого реалізуються інші процеси.

Перелік операцій, які забезпечують виконання того чи іншого процесу спеціалізованими суднами, що обслуговують МБУ, залежить від типу МБП.

За конструктивними особливостями МБП [5, 12]:

- самопідйомні бурові платформи (СПБ);
- напівзаглиблені бурові платформи (НЗБП);
- бурові платформи гравітаційного типу (БПГТ);
- бурові судна (БС).

Принципова відмінність тієї чи іншої платформи полягає в способі закріплення її над свердловиною. В результаті розгляду процесу обслуговування МБП і формулювання відповідних завдань були визначені основні типи суден, які забезпечують безперебійне функціонування МБУ (табл. 2).

**Таблиця 2**

Основні види операцій, що забезпечують процеси роботи спеціалізованих суден обслуговування (СПП)

Процеси	СПБ	НЗБП	БПГТ	БС
Технологічні	Буксирування конструкцій до місця буріння. Забезпечення безпечного швартування суден до терміналів МБП	Буксирування несамохідних установок до місця буріння. Забезпечення безпечного швартування суден до терміналів МБП	Буксирування несамохідних засобів видобутку до місця буріння; Забезпечення безпечного швартування суден до терміналів МБП. Розведення й установка якорів МБП	–
Транспортні	Доставка витратних матеріалів і людей			
Криголамні	Звільнення від льоду платформи та інших об'єктів облаштування	Не використовують в льодах		Мають власні криголамні властивості
Рятувальні	Постійне чергування поблизу районів буріння. Гасіння пожеж на МБП. Порятунок людей з аварійних МБП. Ліквідація розливів нафти			

У разі обслуговування МБП фізичні моделі функціонування суден можуть бути розділені на наступні:

- судно виходить до місця призначення для виконання поставлених завдань, після виконання робіт або після закінчення автономності воно повертається на базу. За такої моделі працюють судна постачання і криголами;
- судно виходить до місця виконання робіт, після виконання поставленого обсягу робіт в одному районі, не заходячи на базу, переходить в інший район. За такої моделі працюють буксири і аварійно-рятувальні судна.

На підставі фізичних моделей розробляються моделі функціонування, що представляють перелік операцій, які повинні виконувати судна за своїм призначенням. Моделі функціонування формалізуються математичними залежностями, що дозволяють обчислити продуктивність суден.

При роботі судна по першій або другій з фізичних моделей процес функціонування розбивається на тимчасові інтервали (час роботи, стоянок, переходів і т. п.). Це визначає час виконання робіт СПП та поставлених завдань і впливає на кількість суден.

Завдання організації роботи офшорних суден відноситься до задачі маршрутизації транспорту при організації маршруту автомобільних перевезень вантажів. Це пояснюється принциповою відмінністю умов роботи СПП від роботи звичайних морських транспортних суден.

В першу чергу, це невелика відстань перевезень, що обмежена дальністю установки МБП і дальністю роботи СПП, як правило, не перевищує 200 миль. По-друге, обмеження роботи екіпажів 8-ми годинним робочим днем, що визначає число можливих їздок за зміну, а відповідно кількість перевезених вантажів і тому на організацію маршруту роботи офшорних суден забезпечення.

При організації роботи СПП, основним завданням є розвезення запасів між МБП – це транспортна задача з доставки дрібнопартійних вантажів з розподільчого центру (РЦ) до об'єктів постачання (видобувних платформ). Наприклад, від бази або причалу, де завантажуються СПП до видобувних платформ, що розташовані в районі розвезення, в шельфі.

*Розвіз або збір вантажу від одного відправника або до одного споживача.* Схема переміщення СПП аналогічна схемі малої системи з кільцевим рухом суден, при якій судно забезпечення за один оберт робить кілька зупинок на базі та біля нафтових платформ для вивантаження вантажів. При цьому за одну кругову їздку (оберт) при розвізному способі відбувається тільки одне завантаження СПП на базі і поступове його розвантаження в декількох пунктах при розвезенні вантажу. При збірному способі відбувається поступове багаторазове завантаження на видобувних платформах, і одноразове розвантаження на базі (рис. 1).

Робота СПП здійснюється по маятникових, кільцевих або по збірно-розвізних маршрутах. Так як кільцевий являється частиною збірно-розвізного маршруту, то в статі розглядається робота СПП за двома маршрутами: збірно-розвізним та маятниковим.

Використовуючи карту розташування нафтових платформ в Чорноморсько-Азовському регіоні, з урахуванням географічного розташування, визначимо свердловини, які стосуються територіально до материкової частини

України. У Чорному морі – це три газових родовища, що розробляються: Одеське, Безіменне та Галіцинське.

Для обслуговування нафтових платформ, в зв'язку з втратою бази в Чорноморському, є перспективи будівництва бази для офшорного флоту в районі порту Іллічівськ в Чорному морі.

Рішення даного завдання являється важливим при плануванні роботи СПП з постачання бурових платформ будівельним матеріалом і обладнанням, при здійсненні процесу видобутку нафти і газу в шельфі (рис. 2).

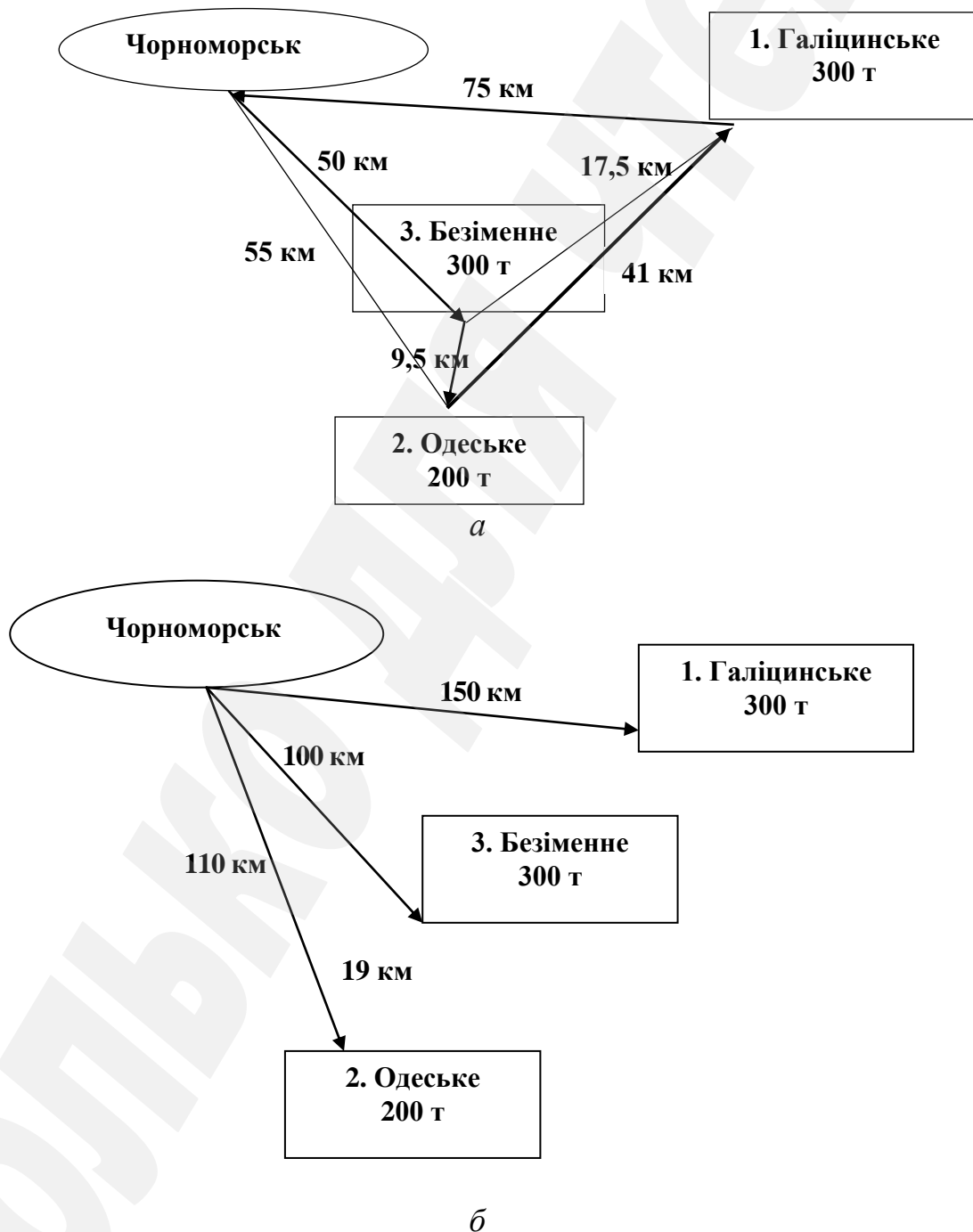


Рис. 2. Схеми роботи суден постачання платформ:  
а – збірно-розвізний маршрут; б – маятниковий маршрут

При першій схемі роботи (рис. 1, а) кількість можливих варіантів маршрутів об'їзду пунктів доставки вантажу дорівнює  $3!=6$ .

По другому варіанту доставки (рис. 1, б) три можливих маршрути. Для вибору варіанту маршрутів були розраховані показники роботи двох СПП типу «Федор Урюпин» по 800 т вантажопідйомності і зі швидкістю 14 вузлів або 25,9 км/год.

Методологія вибору маршруту для роботи СПП складається з послідовних етапів:

- складаються варіанти маршрутів об'їзду МБП по кожній схемі;
- розраховуються експлуатаційні показники роботи суден, а саме: робота судна з перевезення вантажів по розвізного маршруту ( $W_{Т-М}$ ); довжина їздки одного СПП, км ( $L_e$ ); довжина їздки з вантажем, км ( $l_{e.г.}$ ); частка пробігу з вантажем в загальному пробігу судна, ( $\beta$ ); час виконання поїздки виконання поїздки ( $n_e$ ), обсяг перевезень одним СПП протягом доби за рейс, т-км ( $Q_{за\ рейс}$ ), Вантажообіг за добу, ( $Ql$ ), т-км;
- розраховуються економічні показники, згідно з визначеним критерієм оптимізації, а саме: витрати ( $R$ ), дол., собівартість, ( $S$ ), дол./т-км.

Результати розрахунків показників за варіантами роботи СПП при розвезення вантажу по кожному з можливих варіантів наведені в табл. 3–5.

**Таблиця 3**

Результати розрахунку показників по збірно-розвізному маршруту

№	Варіант	Робота судна	Довжина їздки	Довжина їздки з вантажем	Частка пробігу з вантажем
		$W_{Т-М} = Ql$	$L_e$ , км	$l_{e.г.}$ , км	$\beta$
1	1–2–3	83 350,00	175,50	125,50	0,72
2	3–2–1	57 050,00	175,50	100,50	0,57
3	1–3–2	81 600,00	177,00	122,00	0,69
4	2–3–1	60 000,00	177,00	102,00	0,58
5	3–1–2	71 050,00	183,50	128,50	0,70
6	2–1–3	75 750,00	183,50	133,50	0,73
Найменше		57 050,00	–	–	0,57

**Таблиця 4**

Показники роботи спеціалізованих суден постачання при освоєнні вантажопотоку в Чорному морі

№	Варіант	Час виконання поїздки, год.	Число поїздок	Обсяг перевезень одним СПП, т	Вантажообіг, т-км
		$t_e$	$n_e$	$Q_{за\ рейс}$	$Ql$
1	Ч–Г–Ч	5,79	–	800	60000
2	Ч–Б–Ч	4,25	–	800	44000
3	Ч–О–Ч	3,86	–	800	40000
Всього по СПП		13,9	1	2400	144000
Всього		27,8	2	4800	288000



Таблиця 5

Розрахунок показників за варіантами розвезення при роботі спеціалізованих суден постачання на нафтові платформи в Чорному морі

Варіанта, №	Вантажообіг за їздки, $Ql_{ездку}$ , т-км	Вантажообіг за добу, $Ql$ , т-км	Витрати, $R$ , дол.	Собівартість, $S$ , дол./т-км
Збірно-розвізний варіант				
Варіант № 1: 1-2-3	63900	344418	707418	2,054
Варіант № 2: 3-2-1	46500	235742	707418	3,001
Варіант № 3: 1-3-2	83900	334329	707111	2,115
Варіант № 4: 2-3-1	78000	245831	707111	2,876
Варіант № 5: 3-1-2	50000	280793	705840	2,514
Варіант № 6: 2-1-3	61500	299367	705840	2,358
Маятниковий маршрут				
Підсумок	144000	288000	547764	1,902

Очевидно, що мінімальні витрати ресурсів будуть досягнуті при найменшому пробігу СПП (I) і виконуваної при цьому транспортної роботи (W). Цим умовам відповідає другий варіант (табл. 3).

При маятниковому маршруті отримано наступні варіанти роботи СПП (табл. 4):

1. Чорноморськ – Галіцинське – Чорноморськ.
2. Чорноморськ – Безіменне – Чорноморськ.
3. Чорноморськ – Одеське – Чорноморськ.

Розраховується собівартість роботи СПП по кожному варіанту кожної схеми.

Вантажообіг за добу:

$$Ql_{добу} = Ql_{ездку} \cdot n_e \cdot n_c,$$

де  $n_c$  – кількість суден, що обслуговують видобувні платформи. У розпорядженні компанії в Чорному морі працює 2 судна типу «Федор Урюпин» по 800 т вантажопідйомності і зі швидкістю 14 вузлів або 25,9 км/год.

Витрати:

$$R = (C_x \cdot t_{рух} + C_c \cdot t_{н-в}) \cdot n_e \cdot n_c,$$

де  $C_x$ ,  $C_{cm}$  – собівартість утримання судна в добу, на ходу, на стоянці, дол./добу.

$t_{рух}$  – час руху суден, години.

$t_{н-в}$  – час навантаження вивантаження, години.

Собівартість перевезень 1 тонно-милі вантажів:

$$S = \frac{R}{Ol_{\text{добу}}}.$$

За показником мінімум собівартості перевезень визначається оптимальний маршрут (табл. 5).

Вибирається маршрут з найменшим значенням собівартості. В наданому прикладі – це маятниковий маршрут, з собівартістю 1,902 дол./т-км. В збірно-розвізному варіанті найменша собівартість перевезень при роботі суден по першому варіанту – 2,054 дол./т-км.

Оцінюється економічний ефект:

$$E_{\text{еф}} = (S_M - S_{3-P}) \cdot Ql, \quad (1)$$

де  $S_M$  – собівартість перевезень 1 тонно-км вантажів при роботі по маятниковим маршрутам, дол./т-км;

$S_{3-P}$  – собівартість перевезень при роботі суден по збірно-розвізним маршрутам, дол./т-км.

$Ql$  – робота, що виконана судом по найкращому варіанту за добу, т-км.

$$E_{\text{еф}} = (1,902 - 2,054) \cdot 288000 = 43776 \text{ дол. США.}$$

Таким чином, в результаті розробленої методології отримано, що найкращим варіантом роботи СПП в Чорноморському регіоні при обслуговуванні трьох родовищ, а саме: Безіменне, Одеське, Галіцинське з базою в Чорноморську, являється «маятниковий маршрут». При отриманому варіанті собівартість перевезень на 0,152 дол./т-км менше, ніж при роботі по маятниковому маршруті. Це дозволило зекономити до 44 000 дол. США при перевезенні 288 тис. т вантажу.

## 7. SWOT-аналіз результатів досліджень

*Strengths.* Від правильної організації роботи транспортних засобів на етапі планування залежить ефективність функціонування та обслуговування об'єктів, що розташовані в шельфах морів. Організація роботи СПП за розробленою методикою дозволяє вибрати найкращий маршрут та варіант роботи таких суден. У порівнянні з аналогами, залежно від критерію ефективності це дозволяє:

- оптимізувати роботу суден;
- мінімізувати середню дальність перевезень;
- мінімізувати роботу суден по доставці вантажів;
- мінімізувати собівартість перевезень вантажів;
- знизити собівартість перевезень вантажів, для постачання видобувних платформ.

*Weaknesses.* Недоліками в розробленій методології являється:

- складність обліку впливу погодних умов на виконання рейсу СПП;
- потребує додаткових розрахунків щодо розробки вантажного плану СПП;

– потребує використання математичного апарату для виконання розрахунків при більшій кількості видобувних суден, та СПП суден.

*Opportunities.* В подальшому удосконаленні розробленої методології для визначення оптимального маршруту роботи СПП при більшій кількості видобувних платформ слід розробити економіко-математичну модель для різних критеріїв ефективності.

Впровадження розробленої методології на підприємстві дозволить компанії знизити собівартість перевезень постачання спеціалізованими суднами постачання. Це досягається за рахунок вибору оптимального маршруту та схеми роботи СПП. Розроблена методологія може бути цікавою як для українських, так і для закордонних компаній.

*Threats.* При впровадженні розробленої методології щодо удосконалення роботи СПП особливо важливим для компанії являється дотримання вибраного маршруту. Для цього додатково слід розробити розклад роботи суден з урахуванням факторів, що впливають на відхилення від встановленого маршруту.

Впровадження запропонованої методології не потребує додаткових витрат для компанії.

Аналогом розробленої методології можуть бути методи організації роботи суден по обслуговуванню вітрильних ферм, що розташовані в шельфах морів.

## **8. Висновки**

1. Наведені характеристики спеціалізованих суден, що обслуговують нафтові платформи, дозволили визначити експлуатаційне призначення спеціалізованих суден постачання видобувних платформ (СПП).

2. Виконаний аналіз функції та видів операцій, що виконують судна постачання видобувних платформ, дозволив визначити особливості роботи СПП та недоліки в організації їх роботи. Особливості полягають в тому, що формування маршруту роботи СПП корелюється відповідно до формування маршрутів автомобільного транспорту. Недоліки в організації роботи СПП суден полягають в тому, що 40 % часу рейсу припадає на рух суден та 60 % на стоянку під навантажувально-розвантажувальними операціями.

3. В якості критерію для вибору маршруту роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурильних платформ було визначено показник собівартості перевезень вантажів за добу. Це допомогло сформулювати основні положення методології по удосконаленню організації роботи СПП.

4. Виконані експериментальні розрахунки відповідно розробленої методології щодо вибору оптимальної схеми та маршруту роботи СПП при обслуговуванні трьох нафтових платформ в шельфі Чорного моря. В результаті розрахунків найкращим маршрутом роботи СПП між базою в Чорноморську та трьома нафтовими платформами – Одеським, Безіменним та Галіценським, виявився маятниковий маршрут. Отриманий економічний ефект від роботи СПП по вибраному маршруту з найкращим варіантом збірно-розвізного маршруту склав близько 44 тис. дол. США.

## Література

1. Mineralni resursy Ukrainy: shchorichnyk. Kyiv: DNVP «Heoinform Ukrainy», 2017. 268 p.
2. Goskompaniya zayavila o vygodnosti dobychi gaza na shelfe Chernogo morya // Novoe vremya. Biznes. URL: <https://biz.nv.ua/economics/goskompanija-zajavila-o-nevygodnosti-dobyvat-gaza-na-shelfe-chernogo-morja-2200235.html> (Last accessed: 14.11.2017)
3. Ukraina nashla krupnoe mestorozhdenie gaza v Chernom more // Ukraina.ru. URL: <https://ukraina.ru/news/20161213/1017997667.html> (Last accessed: 13.12.2016)
4. Vyakhirev R. I., Nikitin B. A., Mirzoev D. A. Obustroystvo i osvoenie morskikh neftegazovykh mestorozhdeniy. Moscow: Izd. Akademii gornykh nauk, 1999. 373 p.
5. Shybaiev O. H., Akimova O. V., Kravchenko O. A. Klyasyfikatsiia tekhnichnykh zasobiv, shcho zabezpechuiut protses vydobutku i transportuvannia vuhlevodniv v shelfakh Chornoho ta Azovskoho moriv // Visnyk Skhidnoukrajns'koho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia. 2017. Issue 4 (234). P. 119–125.
6. Makeev G. A. Opredelenie neobkhodimogo i dostatochnogo kolichestva sudov obsluzhivayushhego morskije burovyje ustanovki flota // Morskoy vestnik. 2008. Issue 1 (25). P. 39–42.
7. Khristenko V. B. Ob osnovnykh napravleniyakh razvitiya grazhdanskoj morskoy tekhniki na 2009–2016 gody // Sudostroenie. 2007. Issue 6. P. 17–19.
8. A Decision Support System for Allocating General Cargo in Platform Supply Vessels / Barretto M. R. P. et. al. // OTC Brasil. Rio de Janeiro: Offshore Technology Conference, 2013. doi: <http://doi.org/10.4043/24433-ms>
9. Van Bussel G., Schöntag C. Operation and maintenance aspects of large offshore windfarms // Ewec-Conference-, Bookshop for Scientific Publications, 1997. P. 272–275.
10. Industrial aspects and literature survey: Fleet composition and routing / Hoff A. et. al. // Computers & Operations Research. 2010. Vol. 37, Issue 12. P. 2041–2061. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cor.2010.03.015>
11. Halvorsen-Weare E. E., Fagerholt K. Robust Supply Vessel Planning. Network Optimization. Berlin: Springer, 2011. P. 559–573. doi: [http://doi.org/10.1007/978-3-642-21527-8\\_62](http://doi.org/10.1007/978-3-642-21527-8_62)
12. Speight J. G. Handbook of offshore oil and gas operations. Elsevier, 2015. 363 p.
13. Mayboroda M. E., Bernarskiy V. V. Gruzovye avtomobil'nye perevozki: textbook. Rostov na Donu: Feniks, 2007. 443 p.