

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КРАВЧЕНКО ОЛЕКСАНДРА АНАТОЛІЇВНА**



УДК 629.563.8:656.612

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СУДЕН ПРИ ТРАНСПОРТНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ  
МОРСЬКИХ БУРОВИХ ПЛАТФОРМ**

**Спеціальність 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту**

**Автореферат дисертації**  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса - 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському національному морському університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**АКИМОВА Ольга Володимирівна**,  
Одеський національний морський університет,  
доцент кафедри «Експлуатація флоту і технологія  
морських перевезень».

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, доцент  
**БУДАШКО Віталій Віталійович**  
Національний університет «Одеська морська академія»,  
Директор навчально-наукового інституту автоматичної і  
електромеханіки

кандидат технічних наук, доцент  
**БУЛГАКОВ Микола Петрович**  
Херсонська державна морська академія,  
доцент кафедри «Експлуатація суднових енергетичних  
установок»

Захист відбудеться «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. о \_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01 в Одеському національному морському університеті за адресою: 65029, Україна, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці ім. проф. Г.К. Сулова Одеського національного морського університету за адресою: 65029, Україна, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

Автореферат розісланий «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вчений секретар  
Спеціалізованої вченої ради 41.060.01,  
Кандидат технічних наук



О.Л. Дрожжин

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» передбачається мінімізація імпорту газу, за рахунок розвитку видобутку природного газу, в тому числі на шельфі Чорного та Азовського морів за участі провідних міжнародних нафтогазових компаній. За даними Державного інформаційного геологічного фонду («Геоінформ»), на даний час в Україні розробляється 269 об'єктів горючих газоподібних корисних копалин.

Основним напрямком забезпечення енергетичної безпеки України являється диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів, нарощування вітчизняного виробництва, одним з яких є видобуток вуглеводнів в шельфах морів. Видобуток нафти та газу в шельфах української частини Чорного та Азовського морів буде здійснюватися переважно вітчизняними компаніями. Зі складу НАК «Нафтогаз Україна» вийшло підприємство ДАТ «Чорноморнафтогаз», яке здійснювало повний комплекс заходів по видобутку і транспортуванню нафти в шельфі Чорноморсько-Азовського регіону з береговою інфраструктурою в Криму. Таким чином, пріоритетами розвитку компанії «Укргазвидобування» стануть оновлення та поповнення ресурсної бази, створювання нової берегової інфраструктури на материковій частині України та облаштування ділянок шельфу для організації видобутку сировини.

Питання, що пов'язані з експлуатацією суден, які задіяні в видобувній галузі, не набули широкого поширення в наукових роботах. Основними напрямками досліджень в галузі нафтодобувної промисловості в шельфах морів висвітлені питання, що пов'язані з розробкою нових технічних засобів для розвідки, облаштування, видобутку та постачання нафтопродуктів до берегової інфраструктури, питанням удосконалення технології видобутку, та проектам облаштування нових родовищ. В області транспортування нафти та газу морським транспортом висвітлені в роботах Вассермана О.А., Козирєва В.К., в галузі організації процесу експлуатації суден в роботах Шибаєва О.Г. і Кириллової О.В., Панаріна П.Я., Бакаєва В.Г., Союзова А.А., Капітанова В.П., Громового Е.П., Лапкіна О.І., Воєвудського Є.М., Онищенко С.П., Махуренко Г.С., Постан М.Я., Лапкіної І.О., Морозової І.В. та ін. Аналіз робіт з означеної тематики показує, що питання удосконалення експлуатації суден та комплексної оптимізації складу флоту суден, які обслуговують морські бурові платформи, повною мірою не були вирішені. Сучасні умови функціонування спеціалізованих суден, що задіяні в видобувній промисловості в шельфах морів, вимагає подальших досліджень, присвячених удосконалюванню експлуатації морського спеціалізованого флоту при транспортуванні та обслуговуванні морських видобувних платформ.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Дослідження проведене відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 р. та енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність». Результати дисертаційної роботи використані при виконанні науково - дослідницької тем ОНМУ К 19-09 «Організація та управління роботою пасажирського і вантажного флотів на

міжнародному ринку транспортних послуг», реєстраційний номер 0109U003246; К 33-12 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства», реєстраційний номер 0112U001850, К 05-15 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства», реєстраційний номер 0115U003601; К 04-17 «Проблеми розвитку морського транспорту і туризму», реєстраційний номер 0118U0034692.

**Мета й завдання дослідження.** Метою дисертації є підвищення ефективності експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ шляхом розробки теоретичних та методичних положень щодо експлуатації спеціалізованих суден в шельфах морів.

**Об'єкт дослідження** – процес експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ в шельфах морів.

**Предмет дослідження** – методи і засоби експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ в шельфах морів.

Для досягнення мети поставлені наступні задачі, які вирішуються в дисертації послідовно:

1. Проаналізувати сучасний стан теорії та практики експлуатації спеціалізованих суден при транспортуванні вуглеводнів та обслуговуванні морських бурових платформ.

2. Розробити основні теоретичні та методичні положення щодо організації експлуатації спеціалізованих суден при транспортуванні вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури.

3. Структурувати та формалізувати процес експлуатації спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ.

**Методи дослідження.** Теоретичною і методичною основою рішення поставлених задач дисертаційного дослідження є загальнотеоретичні методи аналізу і синтезу, абстрагування і конкретизації, узагальнення і формалізації, аналогії і порівняння; основні положення загальної теорії систем і системного аналізу; транспортних систем; теорії прийняття рішень; методи маршрутизації; графічний метод; методи дослідження операцій.

У першому розділі, загальнотеоретичні методи аналізу і синтезу, абстрагування і конкретизації, узагальнення і формалізації використовувалися для оцінки сучасного стану світового ринку нафти та газу.

У другому розділі методи аналогії і порівняння; основні положення загальної теорії систем і системного аналізу; транспортних систем; теорії прийняття рішень; методи маршрутизації; графічний метод знайшли застосування в процесі визначення критичного значення відстані до морської бурової платформи (МБП) для прийняття рішення щодо способу доставки вуглеводнів від МБП до берегової інфраструктури (БІ).

У третьому розділі методи дослідження операцій, стали інструментом для удосконалення математичної моделі задачі, яка дозволяє обґрунтовувати структуру флоту і сформулювати план роботи спеціалізованих суден, що обслуговують морські бурові платформи.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в наступному:

вперше:

*розроблено:*

концептуальну модель з організації транспортування видобутих вуглеводнів, яка на відміну від існуючих, базується на системному підході та особливостях об'єкту дослідження;

імітаційну модель прийняття рішення щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, яка на відміну від існуючих, характеризує склад та послідовність операцій в процесі вибору способу доставки, що раніше не було структуровано та формалізовано;

теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування рівновигідності використання способів доставки вуглеводнів трубопровідним транспортом, барже-буксирним складом та шаттл-танкерами від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, які на відміну від існуючих, враховують відстань МБП від берегової інфраструктури;

*удосконалені:*

метод обґрунтування варіантів маршруту роботи спеціалізованих суден постачання морських бурових платформ, який на відміну від існуючих, дозволяє врахувати відстань МБП від берегової інфраструктури та зменшити собівартість доставки постачання на МБП;

модель обґрунтування оптимальної структури флоту спеціалізованих суден постачання і плану їх роботи при обслуговуванні морських бурових платформ, яка, на відміну від існуючих, враховує обсяг попиту на постачання кожної платформи, структуру можливих варіантів роботи суден, бюджет їх часу та ефективність його використання, а також враховує вплив погодних умов у вигляді безлічі можливих негативних їх впливів на режим роботи суден;

*одержали подальший розвиток:*

класифікація суден промислового флоту, в якій визначені групи суден, що задіяні в транспортному процесі при виконанні основних етапів нафтогазової індустрії в шельфах морів, яка дозволяє застосовувати коректні методи їх експлуатації;

перелік факторів, що впливають на процес транспортування вуглеводнів від місць видобутку до берегової інфраструктури, який систематизований та доповнений і дозволяє обґрунтувати спосіб доставки вуглеводнів;

теоретичні та методичні положення щодо прийняття рішень з оцінки розливів нафти і нафтопродуктів, які дозволяють визначити ступінь можливості виникнення розливів нафти і нафтопродуктів залежно від чинників, що їх спричиняють та необхідність врахування витрат на утримання спеціалізованих суден з ліквідації розливів і засобів запобігання забрудненню.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати, отримані в дисертації, мають практичне застосування в виробничо-господарській діяльності транспортних компаній, що володіють спеціалізованим флотом. Нафтовидобувна компанія одержує інструмент для оцінки доцільності використання трубопровідного, барже-буксирного способу доставки, або за допомогою шаттл-танкера. Експлуатаційний та плановий відділ компанії одержує інструмент щодо формування плану роботи спеціалізованих суден постачання морських бурових

платформ з урахуванням таких факторів, як варіант маршруту роботи, погодні умови, обсяг попиту МБП, можливі способи транспортування.

Запропоновані моделі з організації процесу транспортування видобутих вуглеводнів від МБП до берегової інфраструктури та модель обґрунтування оптимальної структури флоту спеціалізованих суден постачання МБП дозволяють:

підвищити якість прийняття рішень щодо виду та способу придбання технічних засобів для транспортування вуглеводнів від МБП до БІ;

визначити оптимальний маршрут роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні МБП;

забезпечити поліпшення показників роботи спеціалізованих суден постачання, що обслуговують МБП.

Основні результати досліджень знайшли застосування в практиці організації обслуговування танкерів в компаніях ЧГМА «ІНФЛОТ», у ДП «Одеський порт» на МБ «Ударник» та МБ «Булат», також у транспортній компанії ПАТ «Синтез Ойл», про що свідчать акти виробничого використання результатів, у навчальному процесі Одеського національного університету в дисциплінах «Основи теорії транспортних процесів і систем», «Організація та управління роботою спеціалізованого флоту», «Технологія морських перевезень», розробках випускних кваліфікаційних робіт та дипломних проектів студентів ОНМУ.

**Особистий внесок здобувача.** Всі результати, викладені в дисертації та в опублікованих наукових працях по темі дисертації, отримані автором самостійно, або за його безпосередньою участю. В роботах, що виконані у співавторстві [5, 8, 10] особистий внесок здобувача полягає у наступному:

у статті [5] авторові належить визначення характеристик та класифікація технічних засобів, що забезпечують процес транспортування видобутих вуглеводнів в шельфах Світового океану;

у статті [8] авторові належать теоретичні положення по формуванню маршруту роботи спеціалізованих суден постачання МБП;

у статті [10] авторові належить формування критерію вибору способу доставки та розробка методу транспортування сировини від морської бурової платформи до берегової інфраструктури;

**Апробація результатів дисертації** Основні положення й результати роботи були представлені, обговорені й одержали схвалення в період з 2012 по 2019 рр. на 13 Міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях у містах: Одеса [19-20, 23-28, 30-31], Батумі (Грузія) [26], Вільнюс (Литва) [30], Луганськ [22], Северодонецьк [27, 30], Іваново (Росія) [21], Харків [29], Київ [30], Стамбул (Туреччина) [31].

**Публікації.** Відповідно до теми дисертації опубліковано 25 наукових робіт. З них у спеціалізованих виданнях, рекомендованих Міністерством освіти і науки України - 5 робіт [5, 8-11], в тому числі у збірниках, що індексуються у наукометричних базах – 2 роботи [8, 10]; в наукових виданнях України – 2 роботи [17,18]; в колективних монографіях – 5 робіт [12-16]. у збірниках наукових праць, виданих за матеріалами Міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференцій – 13 робіт [19-31].

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг роботи, включаючи матеріали дослідження й додатків, становить 221 с. Дисертація викладена на 180 с., з яких основний текст займає 162 с.; список використаних джерел включає 156 найменувань і займає 18 с.; ілюстрована частина включає 38 рисунків і 14 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, викладається мета й основні завдання дослідження, визначений об'єкт, предмет і методи дослідження, розкриті наукова новизна й практичне значення отриманих результатів, представлені дані про апробацію результатів дослідження.

У першому розділі «Сучасний стан теорії та практики експлуатації спеціалізованих суден при транспортуванні вуглеводнів та обслуговуванні МБП» представлені результати:

Ретроспективний аналіз розвитку організації морського видобутку сировини в шельфах морів показав, що видобуток нафти в шельфах морів відбувається з 1825 року. Розвиток технічних засобів, відбувався відповідно до потреб нафтогазової промисловості в освоєнні нових родовищ в шельфах морів, які відкриваються все віддаленіше від берега. Аналіз сучасного стану світового ринку нафти та газу показав, що попит на нафту та газ продовжує зростати. Оскільки цей ресурс не відновлюється, ведуться постійні пошуки нових родовищ. Це призводить до того, що, поряд з інтенсивним видобутком нафти в традиційних районах суші, бурхливими темпами продовжує розвиватися морський нафтовидобуток, переміщаючись на значні відстані від берега на великі глибини. Підтвердженням великих запасів вуглеводнів в Чорноморсько-Азовському регіоні є приклад розробки родовищ не тільки Україною, а й такими країнами як Болгарія, Румунія, Туреччина, Грузія та Росія. В даний час, в українській акваторії Чорного моря сейсморозвідкою виявлено 109 перспективних структур. І це при тому, що пошуково-розвідувальні роботи проводилися в дуже обмежених обсягах, і ступінь вивченості ресурсів не перевищує 4 %.

Аналіз сучасної наукової думки показав, що більшість публікацій присвячені удосконаленню технології та автоматизації видобутку нафти та газу на суші. Кількість наукових робіт, що присвячені розробці нових підходів щодо удосконалення організації роботи офшорних суден в шельфах морів дуже обмежена. Виявлено, що недостатньо уваги вченими приділялось розробці методів та методичних підходів для удосконалення організації процесу доставки вуглеводнів від МБП до Бі, та формалізації процесу експлуатації спеціалізованих суден при обслуговуванні МБП в шельфах морів.

В роботах вчених також багато уваги приділяється розробці наукових підходів щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища при транспортуванні вуглеводнів. При цьому недостатньо уваги приділяється розробці методів оцінки можливості виникнення розливів та запобігання забруднення навколишнього середовища при розливах нафти і нафтопродуктів.

У другому розділі «Методи обґрунтування рішень щодо організації експлуатації спеціалізованих суден при транспортуванні вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури»: визначається, що морські судна, які забезпечують процес транспортування видобутих вуглеводнів в шельфі морів, та працюють недалеко від берега, згідно світовій практиці мають назву «офшорні судна» (від англ. offshore - «поза берегом»).

Було виконано групування всіх офшорних суден за основними етапами нафтогазової індустрії, які вони забезпечують, рис. 1. Визначено, що офшорні судна відносяться до морських суден, які задіяні в промисловому процесі, для розвідки і видобутку корисних копалин.

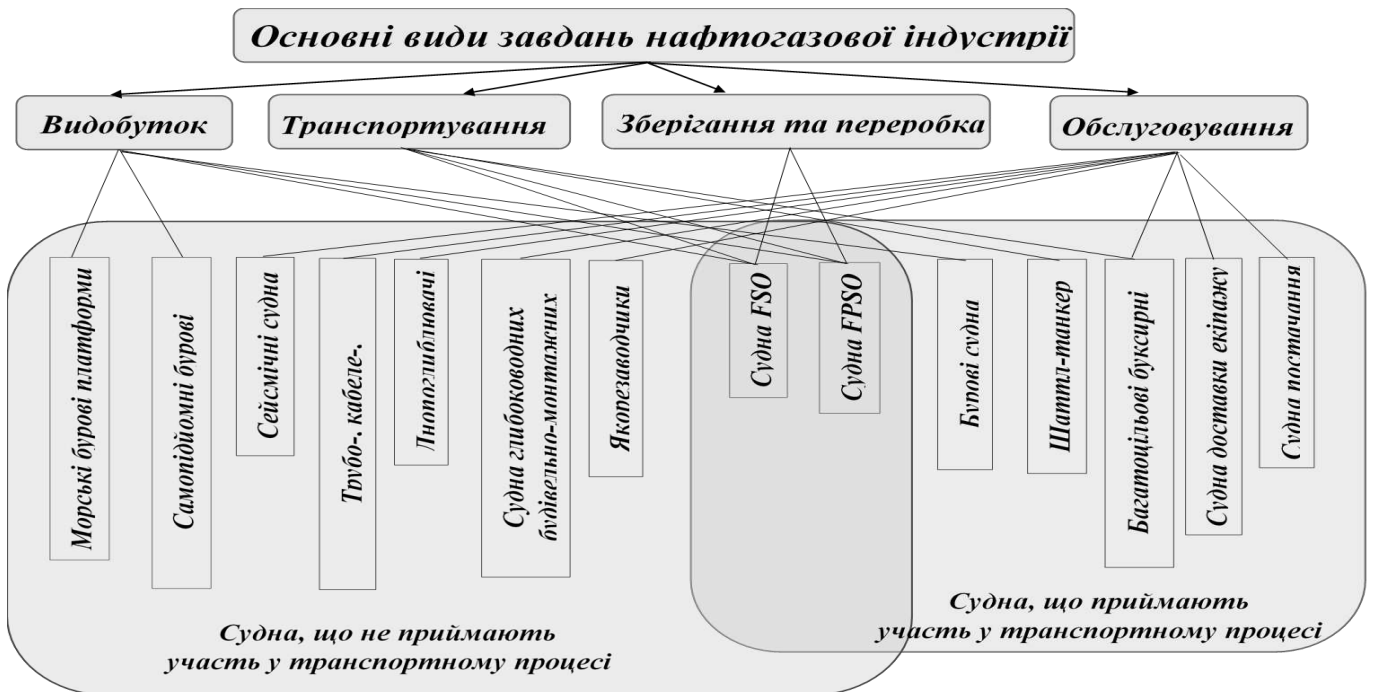


Рисунок 1 – Класифікація суден відповідно до основних етапів нафтогазової індустрії

Ретроспективний аналіз дозволив визначити, що перші морські бурові платформи були встановлені стаціонарно, видобуток відбувався безпосередньо з берега, так звані SEMI, TLP, та SPAR платформи. Найбільша глибина для стаціонарної платформи становить 1,2 км. В подальшому, для більших глибин використовують бурові судна FPSO та FPDSO. Таким чином нафтовидобувні платформи були класифіковані: за відстанню буріння, за способом установки, за конструктивними особливостями. Було зазначено, що для буріння в Чорноморсько-Азовському регіоні використовуються стаціонарні платформи.

На практиці використовується три способи доставки вуглеводнів з МБП до БІ на переробні сховища: трубопровідним транспортом, барже-буксирним складом, та шаттл-танкерами. Були визначені технічні засоби для кожного із способів доставки.

Встановлено переваги та недоліки різних технічних засобів, що задіяні в кожному способі доставки вуглеводнів (рис. 2), в результаті чого були зроблені висновки щодо більш ефективного використання трубопровідного способу доставки, барже-буксирними складами або шаттл-танкерами.



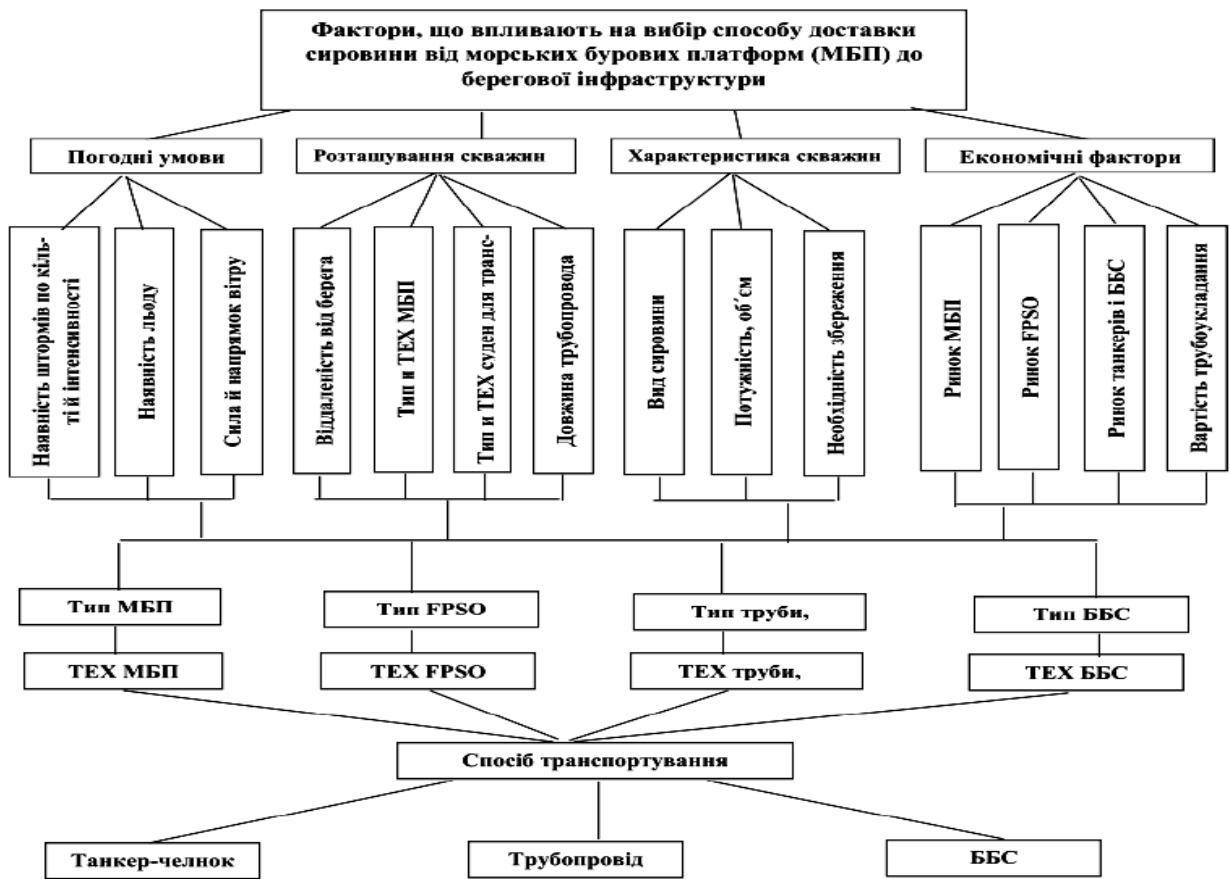


Рисунок 2 – Система факторів, що впливає на вибір способу транспортування вуглеводнів від МБП до БІ

Розроблено концептуальну модель з організації транспортування видобутих вуглеводнів, та систематизовані фактори, які впливають на спосіб доставки, рис. 3.

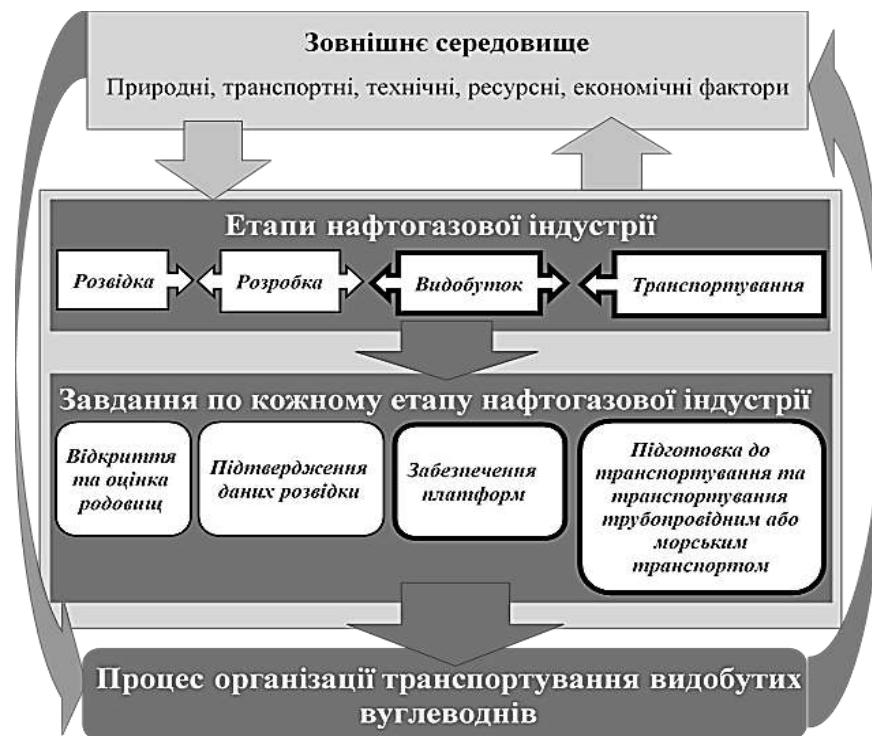


Рисунок 3 – Концептуальна модель з організації транспортування видобутих вуглеводнів

Розроблено імітаційну модель прийняття рішень щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від МБП до Бі, що враховує відстань МБП від берега, та інші фактори, рис. 4.

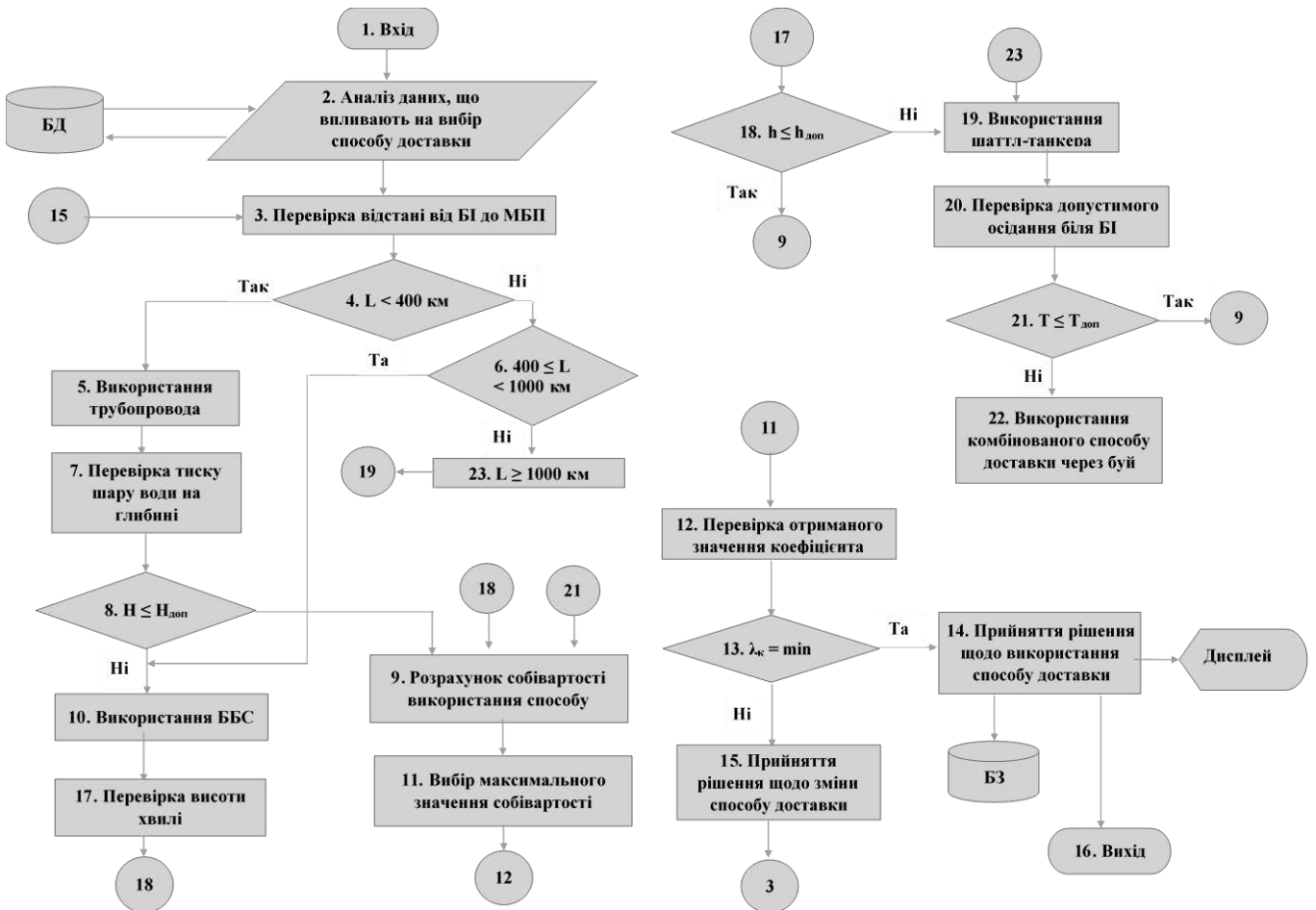


Рисунок 4 – Імітаційна модель прийняття рішень щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від МБП до Бі

Визначено критерій вибору способу транспортування та сформовані показники собівартості транспортування для кожного способу доставки, який на відміну від використовуваних дозволяє оцінити кожний спосіб доставки, залежно від відстані МБП від берега. Показник сформований для двох способів придбання морських транспортних засобів: купівля та оренда.

Обґрунтовано показник зведених витрат з урахуванням умов, що впливають на вибір способу транспортування.

Показник зведених витрат в тонно-кілометрах для трубопровідного способу транспортування визначається за формулою:

$$S_{QL} = \frac{R'_{заг} + E \cdot 1000 \cdot K_{тр}}{QL}, \quad (1)$$

де  $Q$  – кількість вуглеводнів, що планується видобувати за рік, т;  $L$  – загальний пробіг тоннажу від МБП до Бі та у зворотному напрямку, км;  $E$  – коефіцієнт питомих капіталовкладень.

Показник зведених витрат

– для шаттл-танкерів:

$$S'_{QL_{ш-т}} = \frac{R'_{заг_{ш-т}}}{QL}, \quad (2)$$

де  $R'_{заг_{ш-т}}$  – загальні витрати по шаттл-танкеру, що експлуатується на умовах оренди.

– для барже-буксирних суден загальні витрати визначаються не за час рейсу, а за цикл роботи з однією баржою, тому формула буде мати наступний вигляд:

$$S'_{ББС} = \frac{n_x \cdot n_B \cdot C'_x{}^B}{QV_e} + \frac{2 \cdot n_x \cdot n_{БЦ} \cdot C'_{БЦ}}{M_e L} = S'_{ББС}{}^x + S'_{ББС}{}^{ст}, \quad (3)$$

де  $S'_{ББС}{}^x$ ,  $S'_{ББС}{}^{ст}$  – ходова та стоянкова складові собівартості перевезень для ББС, дол. США/т-км;  $C'_x{}^B$  – собівартість утримання буксирів на ходу, дол. США/добу;  $C'_{БЦ}$  – собівартість утримання баржі-цистерни, дол. США/добу;  $n_B, n_{БЦ}$  – кількість буксирів та барж-цистерн, що необхідні для роботи по циклу;  $n_x$  – кількість ходок буксира та баржі-цистерни за цикл;  $V_e$  – експлуатаційна швидкість буксирів, км/год.

Також розроблено теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування рівновигідності використання способів доставки вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, який дозволяє визначити області ефективної використання трубопровідного, барже-буксирного способу доставки та шаттл-танкерами, залежно відстані МБП від Бі:

$$L = \frac{QV_e \cdot (2 \cdot n_x \cdot n_{БЦ} \cdot C'_{БЦ} - 2 \cdot C'_{ст}{}^{ш-т})}{M_e \cdot (C'_x{}^{ш-т} - n_x \cdot n_B \cdot C'_x{}^{Буксир})}. \quad (4)$$

Границі ефективності використання трубопровідного та морського транспорту графічно ілюструє рис. 5.

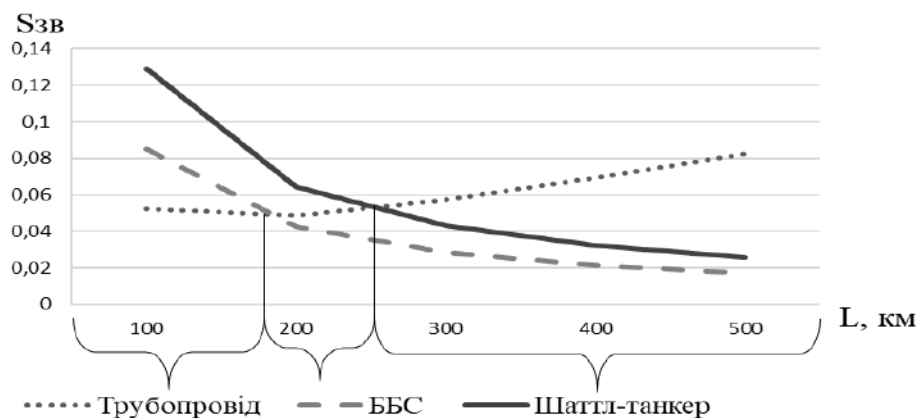


Рисунок 5 – Приклад розрахунку залежності зведених витрат від віддалення розташування морських бурових платформ від берегової інфраструктури

В результаті експериментальних розрахунків визначено, що на відстані до 180 км доцільно використовувати трубопровідний транспорт, від 180 км до 250 км – трубопровідний транспорт та барже-буксирний склад, на відстані більше 250 км – барже-буксирний склад та шаттл-танкер.

При барже-буксирному способі доставки варіанти вибору технічних засобів складаються серед техніко-експлуатаційних характеристик барж-цистерн та буксирів. При використанні шаттл-танкерів – серед техніко-експлуатаційних характеристик суден даного типу.

Для обґрунтування типу технічного засобу потрібно визначити варіант з найбільшим значенням показника  $\max S'$ , що відповідає найгіршому варіанту, та потім визначити відносно нього безрозмірні критерії для інших видів транспортування:

$$\lambda_k = \frac{S'_k}{\max S'}, \quad (5)$$

де  $k$  – вид способу транспортування вуглеводнів від МБП до Бі, а саме: ББС; шаттл-танкер; трубопровід.

Проаналізовано статистичні дані за кількості розливів нафти та нафтопродуктів в морських портах. Виявлено та класифіковано фактори, що викликають розлив нафти і нафтопродуктів в морських портах, визначено коефіцієнт оцінки розмірів розливів, який на відміну від існуючих, дозволяє оцінити ступінь можливості виникнення розливів нафти і нафтопродуктів під час експлуатації суден залежно від чинників, що його спричиняють. А також підтверджує необхідність врахування витрат на утримання спеціалізованих суден для ліквідації забруднення внаслідок розливів та наявності засобів запобігання забрудненню.

У третьому розділі **«Методичне забезпечення організації і планування процесу експлуатації спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ»** - відповідно до викладеного в розділі охарактеризовані судна постачання, що задіяні в процесі обслуговування морських бурових платформ.

Визначені основні процеси та види операцій, які виконують судна постачання при обслуговуванні морських бурових платформ. А також основні обмеження та фактори, що впливають на формування маршруту роботи суден постачання морських бурових платформ (СПП).

В якості критерію для вибору маршруту роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ було визначено показник собівартості перевезень вантажів за добу.

Розроблені 39 альтернативних варіантів роботи суден постачання при обслуговуванні МБП, які відрізняються порядком обходу платформ, залежно від варіанту маршруту роботи.

Завдання обґрунтування структури флоту і формування плану роботи офшорних суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ представлено схемою на рис. 6. Згідно з даною схемою удосконалено математичну модель обґрунтування структури флоту і формування плану роботи спеціалізованих

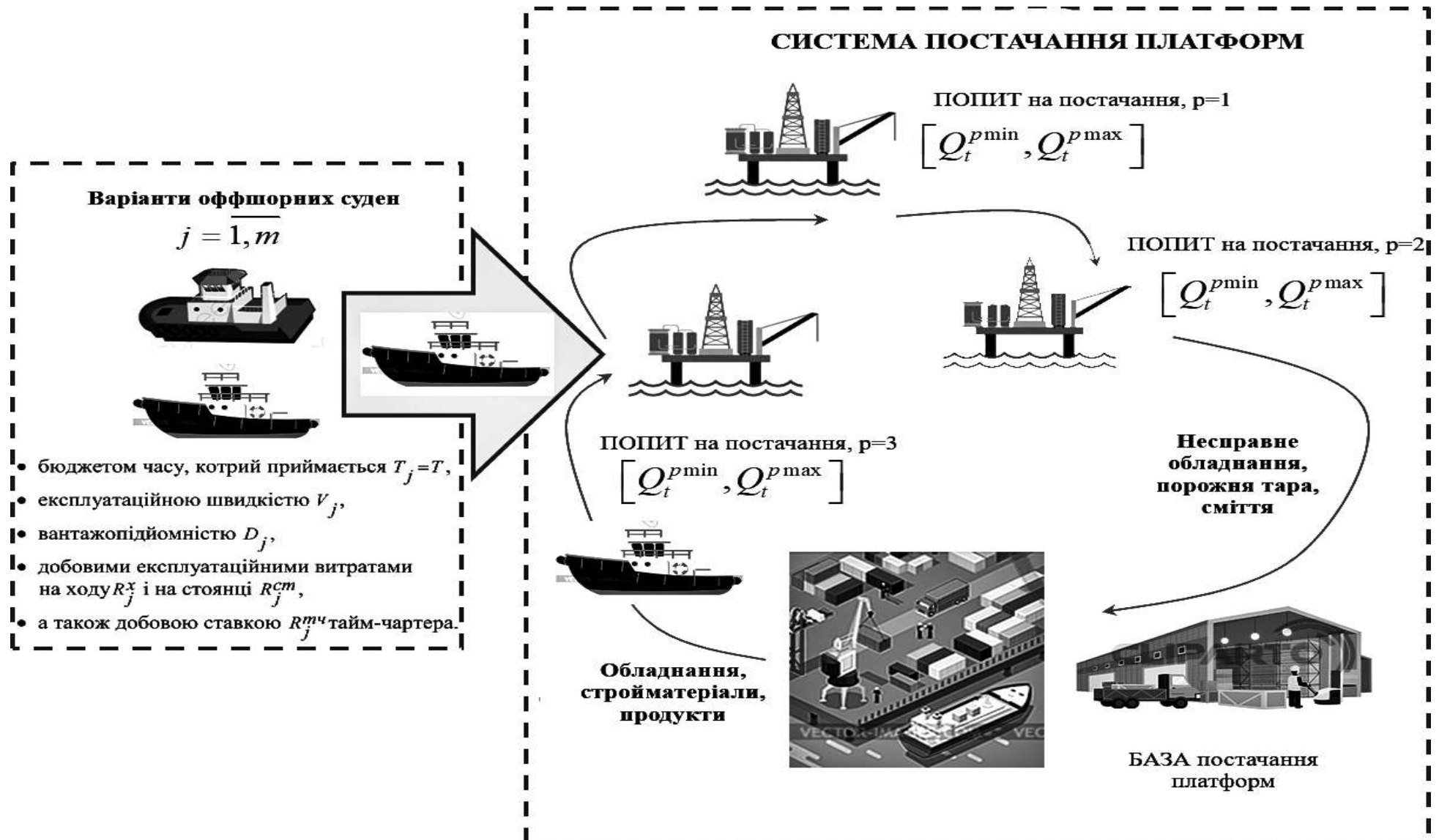


Рисунок 6 – Схема завдання обґрунтування структури флоту і формування плану роботи оффшорних суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ

суден постачання під час обслуговування МБП, враховуючи бюджет часу в кожному інтервалі часу, нерівномірність завантаження суден постачання у напрямках від / до бази та несприятливих погодних умов регіону.

Сформовано схему, яка відображає склад і взаємозв'язок інформаційних блоків і операцій в процесі обґрунтування структури флоту і формування плану роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні МБП, рис. 7.

Розглядається період планування  $T$ , який розбивається на тимчасові періоди (місяці). Таким чином, вводимо в розгляд індекс часу  $t = \overline{1, T}$ .

Кількість варіантів залежить, перш за все, від кількості платформ для обслуговування. Нехай розглядається  $P$  платформ. Введемо в розгляд індекс платформ  $p = \overline{1, P}$ . Кожній платформі відповідає певний попит на завезення / вивезення вантажів від бази / до бази. Позначимо дані види попиту в кожному виділеній проміжок часу  $t = \overline{1, T}$  відповідно  $Q_t^P, Q_t'^P$ . При цьому будемо вважати, що дані величини вже враховують різнорідність вантажу з точки зору транспортної характеристики - питомо-навантажувального обсягу. Таким чином  $Q_t^P, Q_t'^P$  є порівнянними з точки зору завантаження суден.

Нехай в результаті попереднього аналізу були визначені  $n$  можливих варіантів роботи суден по обслуговуванню платформ та відібрані  $m$  варіантів суден постачання. Під варіантом розуміється судно з конкретними техніко-експлуатаційними та економічними характеристиками. Кожне судно  $j = \overline{1, m}$  характеризується: бюджетом часу, котрий приймається  $T_j = T$ , експлуатаційною швидкістю  $V_j$ , вантажопідйомністю  $D_j$ , добовими експлуатаційними витратами на ходу  $R_j^x$  і на стоянці  $R_j^{cm}$ , а також добовою ставкою  $R_j^{mc}$  тайм-чартера.

З урахуванням всього вищесказаного можуть бути оцінені значення бюджету часу суден  $T_t^j$  для кожного проміжку часу  $t$  і кожного судна  $j$ .

Характеристики кожного варіанта роботи СПП залежать від параметрів судна, яке за цим варіантом буде працювати, і, власне, самих характеристик варіанту (відстаней між платформами і базою, відстанню між платформами).

Відповідно, кожен варіант  $i = \overline{1, n}$  для конкретного судна характеризується певним часом рейсу  $t_j^i$ , яке визначається як сума складових елементів часу роботи СПП. При цьому витрати на виконання роботи по кожному варіанту  $i = \overline{1, n}$  для кожного судна  $j = \overline{1, m}$  визначаються нормативами витрат по суднах на ходу і стоянці. При цьому вважаємо, що час стоянки  $t_{cmj}^i$ , який визначається, перш за все, обсягом вантажів, що пред'являються до завантаження / розвантаження, розраховується виходячи з повного завантаження суден  $D_j$  в напрямку від бази і

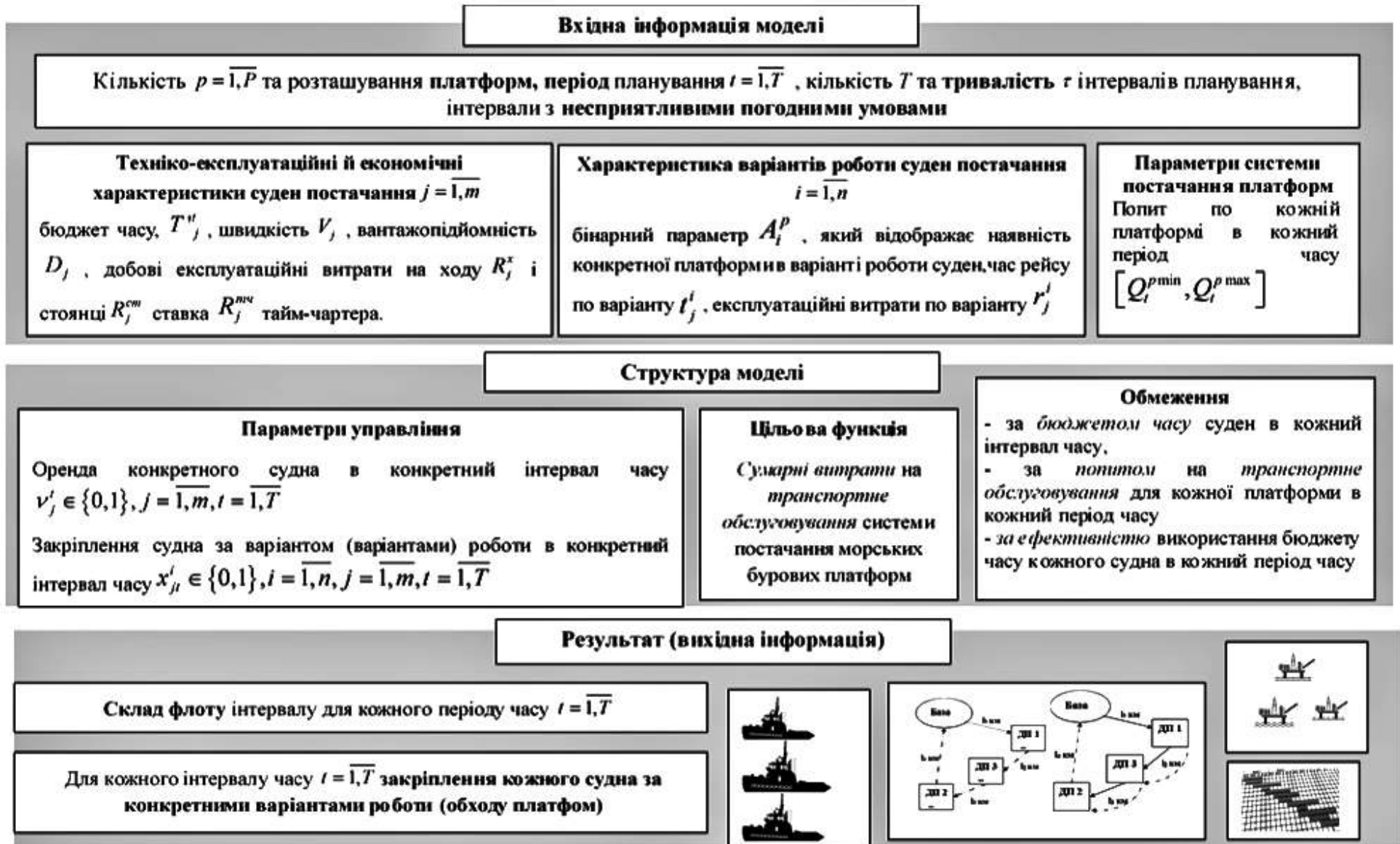


Рисунок 7 – Склад і взаємозв'язок інформаційних блоків і структури моделі

сумарною кількістю вантажу в зворотному напрямку (від платформ до бази)  $k_3 \cdot D_j$ , де  $0 \leq k_3 \leq 1$  - коефіцієнт, який визначається на базі статистичної інформації, виходячи зі співвідношення обсяг попиту (сумарного) на перевезення вантажів від платформ до бази за період  $T$  ( $\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^P$ ), до попиту (сумарного) від бази до

платформ ( $\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^P$ ) за цей же період. Як правило, обсяг попиту на перевезення

від бази до платформ більше, ніж у зворотному напрямку, що пояснюється специфікою роботи МБП.

Таким чином,  $k_3$  дозволяє врахувати нерівномірність завантаження суден в напрямках від бази - до бази при плануванні тимчасових і витратних параметрів.

З урахуванням того, що на даному етапі планування практично неможливо володіти інформацією про конкретний обсяг вантажів, які потребують розвезення / збору з кожної платформи на рівні конкретного рейсу судна постачання, то в подальшому будемо оперувати усередненими значеннями попиту на перевезення до / від платформи, які були введені в розгляд раніше.

В результаті попередніх досліджень отримана необхідна інформація для формування моделі за визначенням структури флоту і формування плану-графіка роботи спеціалізованих суден постачання по обслуговуванню платформ.

Введемо в розгляд бінарний параметр:

$$A_i^P = \begin{cases} 1, p \in \Omega_i \\ 0, p \notin \Omega_i \end{cases}, \quad (6)$$

$$i = \overline{1, n}, p = \overline{1, P}$$

де  $\Omega_i$  - безліч платформ, що входять в  $i$ -ий варіант роботи суден постачання.

Таким чином  $A_i^P$  приймає значення 1, якщо платформа  $p$  входить в варіант роботи суден  $i$ . В іншому випадку  $A_i^P$  приймає значення 0. Введення даного бінарного параметра необхідний для обліку в моделі участі тієї чи іншої платформи в варіанті роботи суден для дотримання, перш за все, обмеження щодо попиту для кожної платформи в кожен проміжок часу  $t$ .

Введемо в розгляд параметри управління моделі:

- $v_j \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m}$  - змінна, яка відповідає за вибір того чи іншого типу судна для тайм-чартерної оренди для подальшої роботи з обслуговування платформ;
- $x_{jt}^i \in Z^+ \cup 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}$  - змінна, яка відповідає за закріплення судна типу  $j$  за варіантом роботи  $i$  в проміжок часу  $t$  і відображає кількість таких рейсів.

Перша група параметрів управління визначає структуру спеціалізованого флоту, друга - план роботи СПП.



Цільова функція оптимізаційної моделі відображає природне прагнення осіб, котрі приймають рішення, забезпечити мінімізацію витрат на обслуговування платформ суднами постачання. Дані витрати складаються з двох категорій: перша категорія - це витрати на тайм-чартерну оренду суден, друга - витрати експлуатаційні на їх роботу.

Витрати на тайм-чартерну оренду складають:

$$\sum_{j=1}^m R_j^{mч} \cdot T \cdot v_j. \quad (7)$$

При цьому вважається, що судно орендується в тайм-чартер на період  $T$  - тобто плановий період. Такий варіант є класичним для фрахтового ринку (оренда суден на плановий період). Проте, згідно з ситуації на сучасному фрахтовому ринку, в останні роки набули поширення варіанти «короткої» тайм-чартерної оренди. Тому в даному випадку параметр управління  $v_j \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m}$  трансформується в  $v_j^t \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}$ , а (7) приймає вигляд:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{mч} \cdot \tau \cdot v_j^t, \quad (8)$$

де  $\tau$  - тривалість періодів  $t = \overline{1, T}$ .

Такий підхід є виправданим при значній нерівномірності протягом планового періоду  $T$  обсягу транспортної роботи для спеціалізованих суден постачання. Тому в подальшому дослідження орієнтоване саме на такий підхід до тайм-чартерної оренди і відповідним параметрам управління.

Витрати експлуатаційні визначаються варіантами і інтенсивністю роботи суден:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i. \quad (9)$$

Таким чином, цільова функція має вигляд:

$$\sum_{j=1}^m R_j^{mч} \cdot T \cdot v_j + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i \longrightarrow \min \quad (10)$$

або

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{mч} \cdot \tau \cdot v_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i \longrightarrow \min, \quad (11)$$

в залежності від прийнятого підходу до оренди суден.

Визначимо обмеження моделі. Перш за все, має бути виконано обмеження щодо попиту на перевезення для кожної платформи  $p$ , яке може бути представлено у вигляді:

$$\sum_{j=1}^m D_j \cdot \sum_{i=1}^n A_j^p \cdot x_{jt}^i \geq Q_t^p, t = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}. \quad (12)$$

Відзначимо, що даним обмеженням встановлюється, що кількість вантажу  $Q_t^p$ , яке повинно бути доставлено на конкретну платформу  $p$  в конкретний проміжок часу  $t$  менше, ніж «потенційна» провізна здатність судна в цей проміжок часу з точки зору постачання даної платформи  $\sum_{j=1}^m D_j \cdot \sum_{i=1}^n A_j^p \cdot x_{jt}^i$ .

Знак «рівність» не може бути поставлений в даному обмеженні (12) з урахуванням цілочисельності параметрів управління і практичної неможливості забезпечення чіткої відповідності між двома частинами нерівності (12). Знак «менше або дорівнює» не може бути використаний, щоб не створювався в результаті рішення «дефіцит» в забезпеченні платформ. Кращим варіантом є на етапі попередніх досліджень встановити межі обсягу поставок для кожної платформи і отримати проміжок з максимально і мінімально можливими значеннями  $[Q_t^{p \min}, Q_t^{p \max}]$ , або отримати даний проміжок штучно, прийнявши  $Q_t^{p \min} = Q_t^p$ , а  $Q_t^{p \max} = Q_t^p + \Delta Q_t^p$ , при цьому в якості  $\Delta Q_t^p$  використовувати, наприклад, 5% від значення  $Q_t^p$ .

З урахуванням викладеного, (12) набуде вигляду (13):

$$Q_t^{p \min} \leq \sum_{j=1}^m D_j \cdot \sum_{i=1}^n A_j^p \cdot x_{jt}^i \leq Q_t^{p \max}, t = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}. \quad (13)$$

Завдяки використанню бінарного параметра  $A_j^p$  робота суден за варіантами стає порівнянна з обслуговуванням конкретної платформи, яка входить або передбачається чи ні тим чи іншим варіантом роботи.

Наступним важливим обмеженням є обмеження по бюджету часу суден, мається на увазі бюджет фактичного часу  $T_t^j$ , протягом якого судна можуть працювати в кожен проміжок часу  $t$ :

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i \leq \left( \sum_{t=1}^T T_t^j \right) \cdot v_j, j = \overline{1, m}, \quad (14)$$

для варіанту оренди суден на весь планований термін, або

$$\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i \leq T_t^j \cdot v_j, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (15)$$

при розгляді оренди суден на кожен період  $t = \overline{1, T}$ .

В (14)  $\sum_{t=1}^T T_t^j \cdot v_j$  приймає значення  $\sum_{t=1}^T T_t^j$  в ситуації, коли  $v_j = 1$ , тобто коли судно  $j$  береться в тайм-чартерну оренду;  $\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i$  відображає сумарний час, що витрачається судном  $j$  на всі варіанти роботи, актуальні для даного проміжку часу, тобто ті варіанти, для яких  $x_{jt}^i = 1$ , відповідно  $\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i$  відображає весь час, що

витрачається судном  $j$  на роботу з урахуванням специфіки організації робочого часу офшорних суден. Відмітимо, що  $\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i < T, j = \overline{1, m}$ , тобто фактичний час роботи суден, менше, ніж період планування.

Аналогічно в (15), розподіляється бюджет тих суден, які взяті в оренду в конкретний проміжок часу, тобто, якщо  $v_j^t = 1$ , то бюджет часу цього судна має значення  $T_t^j$  в даний проміжок часу, і саме це значення і підлягає розподілу за варіантами роботи при обході платформ. Також аналогічно  $\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i < \tau, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}$ .

Експлуатація СПП здійснюється в різних погодних умовах, і значна кількість чинників впливають на фактичну тривалість рейсів і виникнення відхилень в їх графіку роботи. При цьому для спеціалізованих СПП погодні умови є найбільш значущими і мають найбільший вплив. При певних погодних умовах час рейсу спеціалізованих СПП збільшується до 25%, а при висоті хвилі 4,5 м і більше судна знаходяться в режимі очікування швартових операцій біля платформ. Тому виникає основний фактор ризику при обслуговуванні платформ - погодні умови, які не дозволяють працювати суднам постачання.

Як варіант урахування погодних умов при вирішенні даного завдання пропонується штучно зменшити бюджет часу суден в періоди, які, відповідно до прийнятої розбивкою на тимчасові періоди, потрапляють на сезон несприятливих погодних умов (наприклад, відповідно до календаря приймаються наступні часові відрізки  $t = t_1, t_2, t = t_3, t_4$  в рамках яких з значною вірогідністю очікується несприятлива для роботи судна погода). Відповідно до цього прикладом,  $[t_1, t_2] \cup [t_3, t_4]$  є проміжками часу з планового періоду  $T$  з поганими (сезонними) погодними умовами.

Для таких тимчасових періодів значення фактичного бюджету роботи суден  $T_t^j$  повинно бути штучно зменшено з урахуванням статистики тривалості несприятливих погодних умов для даного регіону роботи спеціалізованих суден постачання. Такий підхід дозволить врахувати вплив погодних умов на етапі планування.

Крім того, для обліку збільшення тривалості рейсів через несприятливі погодні умови і його впливу на експлуатаційні витрати, слід задати умову, згідно з якою для всіх рейсів в такі проміжки часу час рейсу  $t_j^i$  приймається з поправочним коефіцієнтом  $I_n \cdot t_j^i$ , значення якого може встановлюватися варіюванням від 10% до 25%.

$$t_j^i = \begin{cases} t_j^i, t = \overline{1, t_1 - 1, t_2 + 1, t_3 - 1, t_4 + 1, T}; \\ 1,1 \cdot t_j^i, t = \overline{t_1, t_2}; \\ 1,25 \cdot t_j^i, t = \overline{t_3, t_4}. \end{cases} \quad (16)$$

Згідно (16) в проміжок часу  $[t_1, t_2]$  поправочний коефіцієнт часу рейсу становить 1,1 (тобто 10%), в проміжок часу  $[t_3, t_4]$  даний коефіцієнт становить 1,25 (тобто 25%).

Таким чином, для врахування несприятливого впливу погодних умов при плануванні роботи СПП пропонується:

- 1) виділяти періоди (сезони) стійких несприятливих погодних умов;
- 2) для виділених періодів встановлювати поправочні коефіцієнти часу рейсів суден, ґрунтуючись на статистиці роботи аналогічних суден в заданому регіоні;
- 3) бюджет часу суден відкоригувати в бік зменшення по виділеним періодам для обліку вимушеного простою суден.

Збільшення часу рейсів суден призводить до збільшення експлуатаційних витрат, тому для виділених проміжків часу з стійко несприятливими (сезонними) погодними умовами, слід в обох варіантах цільової функції (10), (11) внести відповідні коригування у вигляді поправочних коефіцієнтів до нормативів експлуатаційних витрат.

Зазначене в комплексі дозволяє врахувати ризики, пов'язані з погодними умовами, при плануванні роботи суден.

Кількість суден кожного типу обмежується можливостями ринку  $N_j$ , що також враховується у вигляді відповідних обмежень:

$$v_j \leq N_j, j = \overline{1, m}. \quad (17)$$

Обмеження на можливі значення параметрів управління:

$$v_j \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m} \quad (18)$$

або

$$v_j^t \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (19)$$

$$x_{jt}^i \in Z^+ \cup 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}. \quad (20)$$

Таким чином, пропонується два варіанти моделі за визначенням структури спеціалізованого флоту і формування плану його роботи:

- 1) модель формується з (10), (13), (14), (17), (18), (20) - для варіанта довгострокової тайм-чартерної оренди суден (на весь плановий період T);
- 2) модель формується з (11), (13), (15), (17), (19), (20) - для варіанту тайм-чартерної оренди суден в рамках кожного виділеного проміжку часу  $t = \overline{1, T}$  планового періоду.

Виконані експериментальні розрахунки відповідно розробленої методології щодо вибору оптимальної схеми та маршруту роботи СПП при обслуговуванні

трьох морських бурових платформ в шельфі Чорного моря. В результаті розрахунків найкращим маршрутом роботи СПП між базою в Чорноморську та трьома буровими платформами – Одеським, Безіменним та Галіцинським, виявився маятниковий маршрут. Отриманий економічний ефект від роботи СПП по вибраному маршруту з найкращим варіантом збірно-розвізного маршруту склав близько 44 тис. дол. США.

Для більшої кількості платформ були проведені експериментальні розрахунки математичної моделі, які дозволили підтвердити достовірність удосконаленої моделі та її придатність для вирішення практичних завдань.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено наукове завдання, яке полягає в розробці теоретичних та методичних положень щодо експлуатації спеціалізованих суден в шельфах морів з метою підвищення ефективності їх експлуатації при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ. Для вирішення основного наукового завдання та досягнення мети в роботі поставлено певні задачі, реалізація яких дозволила отримати наступні результати:

*В результаті рішення першої задачі* встановлено, що попит на вуглеводні та розвиток морського нафтовидобутку стрімко зростає. Однак, в наукових роботах не достатньо уваги присвячено розробкам нових підходів щодо експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ.

*В результаті рішення другої задачі* розроблено:

- концептуальну модель з організації видобутку і транспортування вуглеводнів, яка базується на системному підході та особливостях об'єкту дослідження;

- імітаційну модель прийняття рішень щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, яка характеризує склад та послідовність операцій в процесі вибору способу доставки вуглеводнів та враховує відстань МБП від берега.

Сформовано та обґрунтовано показник собівартості транспортування, як критерій для вибору способу транспортування вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, який дозволяє оцінити кожний спосіб доставки, залежно від відстані МБП від берега. Показник сформований для двох способів придбання морських транспортних засобів.

Розроблено теоретичні та методичні положення щодо рівновигідності використання способів доставки вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, який дозволяє визначити області ефективної використання трубопровідного, барже-буксирного способу доставки та шаттл-танкерами, залежно відстані МБП від БІ.

Подальшого розвитку набули:

- класифікація суден промислового флоту, в якій визначені групи суден, що задіяні в транспортному процесі при виконанні основних етапів нафтогазової

індустрії в шельфах морів, яка дозволяє застосовувати коректні методи їх експлуатації;

- теоретичні та методичні положення щодо прийняття рішень з оцінки розливів нафти і нафтопродуктів, які дозволяють визначити ступінь можливості виникнення розливів нафти і нафтопродуктів залежно від чинників, що їх спричиняють та необхідність врахування витрат на утримання спеціалізованих суден з ліквідації розливів і засобів запобігання забрудненню.

Систематизовано та доповнено перелік факторів, що впливають на процес транспортування вуглеводнів від місць видобутку до берегової інфраструктури, що дозволяє обґрунтувати спосіб доставки вуглеводнів.

*В результаті вирішення третьої задачі* встановлено основні процеси і види операцій, які виконують спеціалізовані судна постачання морських бурових платформ, а також основні обмеження і фактори, що впливають на формування маршруту роботи суден постачання. Це дозволило визначити особливості експлуатації суден постачання та недоліки в організації їх роботи при обслуговуванні морських бурових платформ.

Розроблено:

- теоретичні положення щодо формування маршруту роботи спеціалізованих суден при обслуговуванні морських бурових платформ в шельфах морів;

- теоретичні положення планування роботи спеціалізованих суден з урахуванням наступних обмежень: бюджету часу суден в кожен інтервал часу, попит на транспортне забезпечення для кожної платформи в кожному період часу, ефективність використання бюджету часу кожного судна в кожному період часу.

Удосконалено математичну модель обґрунтування структури флоту і формування плану роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ, яка дозволяє отримати структуру флоту в залежності від дальності розташування морських бурових платформ від берега для кожного періоду часу, враховуючи несприятливі погодні умови.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили адекватність запропонованих у роботі й доведених до практичної реалізації положень у виробничому об'єкті.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Монографії:**

1. Кравченко О.А. Перспективи суднобудування нафтоналивного флоту України // Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства: монографія / [авт.кол.: Шибаєв О.Г., Савельєва І.В., Кириллова О.В., Кравченко О.А. та ін.]. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2015. – С. 10-12. – ISBN 978-966-269-46-3.

2. Кравченко О.А. Аналіз динаміки видобутку нафти в Світі // Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства: монографія / [авт.кол.: Шибаєв О.Г., Михайлова Ю.В., Акімова О.В.,

Кравченко О.А. та ін.]. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2016. – С. 7-8. - ISBN 978-966-2769-73-9.

3. Кравченко О.А. Аналіз причин і оцінка обсягів малих розливів нафти та нафтопродуктів в морських портах // Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства. Частина 2.: монографія / [авт.кол.: Шibaєв О.Г., Михайлова Ю.В., Акімова О.В., Кравченко О.А. та ін.]. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2017. – С. 56-61. – ISBN 978-966-2769-99-9. – DOI: 10.21893/978-966-2769-99-9.0.

4. Кравченко О.А. Класифікація технічних засобів, що забезпечують процес видобутку і транспортування вуглеводнів в шельфах Чорного та Азовського морів // Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства. Частина 3: монографія / [авт.кол.: Шibaєв О.Г., Дрожжин О.Л., Судник Н.В. та ін.]. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2018. – С. 120-131. – ISBN 978-617-7414-24-6. – DOI: 10.21893/978-617-7414-24-6.0.

5. Кравченко О.А. Розробка методології вибору маршруту роботи суден постачання видобувних платформ в шельфах морів // Проблеми розвитку морського транспорту і туризму. Частина 1: серія монографій / [авт.кол.: Шibaєв О.Г., Коскіна Ю.О., Судник Н.В. та ін.]. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. – С. 57-69. – ISSN 2663-984X. - ISBN 978-617-7414-59-8. – DOI: 10.30888/2663-984X.2019-01.

**Статті, які опубліковані в фахових виданнях, рекомендованих Міністерством освіти і науки України:**

6. Шibaєв О.Г. Класифікація технічних засобів, що забезпечують процес видобутку і транспортування вуглеводнів в шельфах Чорного та Азовського морів / О.Г. Шibaєв, О.В. Акімова, О.А. Кравченко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2017. № 4 (234). – С. 119-125. – ISSN 1998-7927. (*Фахове видання*)

7. Akimova O.V., Kravchenko A.A. Development of the methodology of the choice of the route of work of platform supply vessels in the shelf of the seas / O. Akimova, A. Kravchenko // International Journal "Technology audit and production reserves", 2018. – Vol. 5, № 2 (43). pp. 30-35. - ISSN (print) 2226-3780, ISSN (on-line) 2312-8372. – DOI: 10.15587/2312-8372.2018.143558. (*Фахове видання, яке індексується в світових наукометричних базах даних та системах: Ulrich's Periodicals Director, DRIVER, BASE, Index Copernicus, ПИИЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, EBSCO, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Sherpa/Romeo, Open Access Articles*)

8. Кравченко О.А. Метод оцінки обсягів малих розливів нафти та нафтопродуктів в морських портах / О.А. Кравченко // Вісник ОНМУ: Зб. наук. пр. – Одеса: ОНМУ, 2018. – Вип. 4(57) - С. 167-177. - ISSN 2226-1893. (*Фахове видання*)

9. Akimova O.V., Kravchenko A.A. Development of a method for selecting a way of raw material transportation from the offshore drilling platform to the onshore infrastructure / O. Akimova, A. Kravchenko // International Journal "Technology audit and production reserves", 2019. – Vol. 2, № 2 (46). pp. 25-31. - ISSN (print) 2664-9969, ISSN (on-line) 2706-5448. - DOI: 10.15587/2312-8372.2019.169423. (*Фахове видання, яке індексується в світових наукометричних базах даних та системах: Ulrich's*

*Periodicals Director, DRIVER, BASE, Index Copernicus, PИИЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, EBSCO, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Sherpa/Romeo, Open Access Articles).*

10. Кравченко О.А. Обґрунтування оптимальної структури суден постачання морських бурових платформ і організація їх роботи / О.А. Кравченко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2019. № 3 (251). - С. 94-100. ISSN 1998-7927. (Фахове видання)

**Роботи, що підтверджують апробацію матеріалів дисертації:**

11. Шибаев А.Г. Перспективы импорта нефти в Украину танкерным флотом / А.Г. Шибаев, О.В. Акімова, А.А. Кравченко // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2012». – Выпуск 1. Том 1. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – С. 3-4. – ISSN 2224-0187.

12. Кравченко О.А. Аналіз перспектив розробки нових родовищ природного газу в Чорноморському регіоні / О.А. Кравченко // Всеукраїнський семінар молодих учених і студентів «Проблеми організації та управління розвитком транспортних процесів та систем», 22 квітня 2013 р.: Зб. тез доповідей. – Одеса: Вид-во ОНМУ, 2013. – С. 39-42.

13. Акімова О.В. Шляхи відродження Чорноморського морського пароплавства /О.В. Акімова, О.А. Кравченко // 66 професорсько-викладацька науково-технічна конференція, 14-16 травня 2013 р.: Зб. тез доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2013. – С. 6.

14. Акімова О.В. Обоснование необходимости учета незначительных разливов нефти в море / О.В. Акімова, А.А. Кравченко // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2013.: Сб. научных трудов SWorld по материалам международной научно-практ. конф., 01-12 октября 2013 г. – Иваново. – Выпуск 3. Том 1. – Иваново: МАРКОВА А.Д., 2013 – С. 89-91. – ISSN 2224-0187.

15. Акімова О.В. Перспективы судостроения нефтеналивного флота Украины / О.В. Акімова, А.А. Кравченко // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики», м. Луганськ, 5-8 травня 2014 року: Зб. наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля [та ін.]. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2014. – С. 132-134.

16. Акімова О.В. Аналіз динаміки видобутку нафти в світі / О.В. Акімова, О.А. Кравченко // IV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Проблеми і перспективи розвитку транспорту» та 68 студентська науково-технічна конференція ОНМУ, 14-17 квітня 2015 р: Зб. тез доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2015. – С. 46-47.

17. Акімова О.В. Анализ причин и оценка объемов малых разливов нефти и нефтепродуктов в морских портах /О.В. Акімова, О.А. Кравченко // Первый независимый научный вестник. Ежемесячный научный журнал КВ № 20489-10289PP. № 8/2016. – Киев, 2016. – С.66-72.



18. Kravchenko A.A. Formation of a project for the production and transport of hydrocarbons in the shelf of seas / A. Kravchenko // VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Проблеми і перспективи розвитку транспорту»: Зб. тез доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2016. – С. 122-123 с.

19. Кравченко О.А. Аналіз переваг та недоліків ліхтерної транспортно-технологічної системи / О.А. Кравченко // Державний проектно-вишукувальний науково-дослідний інститут морського транспорту «ЧОРНОМОРДНІПРОЕКТ», Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України «ODESSA SMART FORUM» та V Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Проблеми і перспективи розвитку транспорту», 27 квітня 2016 р.: Зб. тез доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2016. – С. 92-94.

20. Чайковский И.В. Позиции Украины в Европейском энергетическом пространстве / И.В. Чайковский, А.А. Кравченко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Міжнародні транспортні коридори: вісь Схід – Захід та Шовковий шлях». Одеса – Батумі, 30 квітня – 8 травня 2016 р. Одеса: ОНМУ, 2016. – С. 141-143.

21. Акімова О.В. Формування проекту з видобутку і транспортування вуглеводнів в шельфах Чорного та Азовського морів / О.В. Акімова, О.А. Кравченко, І.В. Чайковський // Проблеми розвитку транспорту і логістики: Зб. наукових праць за матеріалами VII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Сєверодонецьк-Одеса, 26-28 квітня 2017 р. – Сєверодонецьк: вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. – С. 125-126.

22. Кравченко О.А. Технологія перевезення видобутих в шельфах морів вуглеводнів / О.А. Кравченко // VII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Проблеми і перспективи розвитку транспорту», 19 квітня 2018 р.: Зб. тез доповідей. – Одеса: Вид-во ОНМУ, 2018. – С. 58-59.

23. Кравченко О.А. Сучасний стан та перспективи нафтовидобутку вуглеводнів в шельфі Чорного моря [Електронний ресурс] / О.А. Кравченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Технології та інфраструктура транспорту», Харків, 14 – 16 травня 2018 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – С. 514-516. – Режим доступу: <http://tt-conf.kart.edu.ua/images/stories/konf-1/main-page/tezu.pdf>.

24. Кравченко О.А. Дослідження впливу обсягів морського видобутку нафти і газу на ринок офшорного флоту / О.А. Кравченко // Транспорт і логістика: проблеми та рішення: Зб. наукових праць за матеріалами VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Сєверодонецьк – Одеса – Вільнюс – Київ, 23-25 травня 2018р. / Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Одеський національний морський університет – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2018. – С. 159-161. ISBN978-617-7414-37-6.

25. Акімова О.В. Перспективи розробки нафтогазових родовищ в українській частині шельфу Чорноморсько-Азовського регіону / О.В. Акімова, О.А. Кравченко // Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професорів

Фоміна Ю.Я. і Семенова В.С (FS-2019, 24-28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса): матеріали / Одеський національний університет. Одеса, 2019. – С. 437-441.

## АНОТАЦІЯ

**Кравченко О.А. Підвищення ефективності експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту». – Одеський національний морський університет Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2020.

Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» передбачається мінімізація імпорту газу, за рахунок розвитку видобутку природного газу, в тому числі на шельфі Чорного та Азовського морів. А також, що видобуток нафти і газу на прогностичний період здійснюватимуть переважно вітчизняні компанії.

До робіт з геологорозвідки та видобутку природного газу і нафти в глибоководній частині шельфу Чорного моря залучатимуться іноземні інвестиції та сучасні технології міжнародних нафтогазових компаній. Першочерговими шляхами розв'язання проблем нафтовидобувної галузі визначено уточнення програми освоєння шельфів Азовського та Чорного морів.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності експлуатації спеціалізованих суден при транспортному обслуговуванні морських бурових платформ шляхом розробки теоретичних та методичних положень щодо експлуатації спеціалізованих суден в шельфах морів.

В роботі узагальнені матеріали, які пов'язані з теоретичними, методичними та організаційними передумовами підвищення ефективності експлуатації спеціалізованого флоту при організації транспортування вуглеводнів від МБП до Бі та при обслуговуванні МБП в шельфах морів для забезпечення економічної незалежності та стабільності України. У роботі вперше розроблено: концептуальну модель з організації транспортування видобутих вуглеводнів, яка на відміну від існуючих, базується на системному підході та особливостях об'єкту дослідження; імітаційну модель прийняття рішення щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, яка характеризує склад та послідовність операцій в процесі вибору способу доставки, що раніше не було структуровано та формалізовано; теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування рівновигідності використання способів доставки вуглеводнів трубопровідним транспортом, барже-буксирним складом та шаттл-танкерами від морських бурових платформ до берегової інфраструктури, які на відміну від існуючих, враховують відстань МБП від берегової інфраструктури.

Удосконалений метод обґрунтування варіантів маршруту роботи спеціалізованих суден постачання морських бурових платформ, який на відміну від існуючих, дозволяє врахувати відстань МБП від Бі та зменшити собівартість

доставки постачання на МБП; модель обґрунтування оптимальної структури флоту і формування плану роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ, яка, на відміну від існуючих, враховує обсяг попиту на постачання кожної платформи, структуру можливих варіантів роботи суден, бюджет їх часу та ефективність його використання, а також враховує вплив погодних умов у вигляді безлічі можливих негативних їх впливів на режим роботи суден.

Одержали подальший розвиток: класифікація суден промислового флоту, в якій визначені групи суден, що задіяні в транспортному процесі при виконанні основних етапів нафтогазової індустрії в шельфах морів, яка дозволяє застосовувати коректні методи їх експлуатації; перелік факторів, що впливають на процес транспортування вуглеводнів від місць видобутку до берегової інфраструктури, який систематизований та доповнений і дозволяє обґрунтувати спосіб доставки вуглеводнів; теоретичні та методичні положення щодо прийняття рішень з оцінки розливів нафти і нафтопродуктів, які дозволяють визначити ступінь можливості виникнення розливів нафти і нафтопродуктів залежно від чинників, що їх спричиняють та необхідність врахування витрат на утримання спеціалізованих суден з ліквідації розливів і засобів запобігання забрудненню.

**Ключові слова:** експлуатація спеціалізованих суден, транспортування вуглеводнів в шельфах морів, офшорні судна, спеціалізований флот, організація роботи спеціалізованого флоту, постачання морських бурових платформ, маршрутизація.

## АННОТАЦІЯ

**Кравченко О.А. Повышение эффективности эксплуатации специализированных судов при транспортном обслуживании морских буровых платформ. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 «Эксплуатация и ремонт средств транспорта». - Одесский национальный морской университет Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2020.

Диссертация посвящена вопросам повышения эффективности эксплуатации специализированных судов при транспортном обслуживании морских буровых платформ путем разработки и внедрения теоретических и методических положений по эксплуатации специализированных судов в шельфах морей.

В работе был проведен анализ современного состояния теории и практики эксплуатации специализированных судов при транспортировке углеводородов и обслуживании морских буровых платформ. Разработаны основные теоретические и методические положения по организации процесса транспортировки углеводородов от морских буровых платформ к береговой инфраструктуре. Структурирован и формализован процесс эксплуатации специализированных судов снабжения при обслуживании морских буровых платформ.

**Ключевые слова:** эксплуатация специализированных судов, транспортировка углеводородов в шельфах морей, офшорные суда, специализированный флот,

организация работы специализированного флота, снабжение морских буровых платформ, маршрутизация.

## ABSTRACT

**Kravchenko OA Improving the efficiency of operation of specialized vessels in the transport service of offshore drilling platforms. - Qualified scientific work on the rights of the manuscript.**

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.22.20 "Operation and repair of vehicles". - Odessa National Maritime University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2020.

The dissertation is devoted to the issues of increasing the efficiency of the operation of specialized vessels in the transport service of offshore drilling platforms through the development and implementation of theoretical and methodological provisions for the operation of specialized vessels in the offshore seas.

In the work, an analyzes the current state of the theory and practice of operating specialized vessels in the transportation of hydrocarbons and servicing offshore drilling platforms. The main theoretical and methodological provisions for organizing the process of transporting hydrocarbons from offshore drilling platforms to onshore infrastructure have been developed. The process of operating specialized supply vessels for servicing offshore drilling platforms has been structured and formalized.

**Key words:** operation of specialized vessels, transportation of hydrocarbons in the shelves of the seas, offshore vessels, specialized vessels, organization of work of a specialized vessel, supply of offshore drilling platforms, routing.