

$$S'_{ББС} = \frac{n_x \cdot n_B \cdot C'_x{}^B}{QV_e} + \frac{2 \cdot n_x \cdot n_{БЦ} \cdot C'^{БЦ}}{\overline{M}_6 L} = S'^x_{ББС} + S'^{cm}_{ББС}, \quad (2.24)$$

де $S'^x_{ББС}$ – ходова складова собівартості перевезень для ББС, дол. США/т-км;

$S'^{cm}_{ББС}$ – стоянкова складова собівартості перевезень, для ББС, дол. США/т-км:

Ходова та стоянкова складові собівартості перевезень відповідно:

$$S'^x_{ББС} = \frac{n_x \cdot n_B \cdot C'_x{}^B}{QV_e} \quad (2.25)$$

$$S'^{cm}_{ББС} = \frac{2 \cdot n_x \cdot n_{БЦ} \cdot C'^{БЦ}}{\overline{M}_6 L}.$$

Аналогічно перетворюємо формулу зведених витрат для шаттл-танкера. Підставимо у формулу значення часу на ходу і на стоянці та позначимо кількість вантажів через чисту вантажопідйомність, отримаємо наступну формулу:

$$S'_{ш-т} = \frac{C'_x{}^{ш-т}}{QV_e} + \frac{2 \cdot C'^{cm}_{ш-т}}{\overline{M}_6 L} = S'^x_{ш-т} + S'^{cm}_{ш-т}, \quad (2.26)$$

де $S'^x_{ш-т}$ – ходова складова собівартості перевезень для шаттл-танкера, дол. США/т-км;

$S'^{cm}_{ш-т}$ – стоянкова складова собівартості перевезень для шаттл-танкера, дол. США/т-км.

Визначимо граничне значення відстані для вибору між барже-буксирним способом доставки та шаттл-танкером за допомогою методу рівнозначних

величин. Порівняємо собівартість транспортування вуглеводнів ББС та шаттл-танкером:

$$S'_{u-m}^x + S'_{u-m}^{cm} = S'_{ББС}^x + S'_{ББС}^{cm}, \quad (2.27)$$

$$S'_{u-m}^x - S'_{ББС}^x = S'_{ББС}^{cm} - S'_{u-m}^{cm}, \quad (2.28)$$

$$\begin{aligned} \frac{C'_x{}^{u-m}}{QV_e} - \frac{n_x \cdot n^B \cdot C'_x{}^{Буксир}}{QV_e} = \\ = \frac{2 \cdot n_x \cdot n^{БЦ} \cdot C'_{БЦ}}{\overline{M}_6 L} - \frac{2 \cdot C'_{cm}{}^{u-m}}{\overline{M}_6 L}. \end{aligned} \quad (2.29)$$

Після перетворень отримаємо граничне значення L , біля якого слід використовувати шаттл-танкери:

$$L = \frac{QV_e \cdot \left(2 \cdot n_x \cdot n^{БЦ} \cdot C'_{БЦ} - 2 \cdot C'_{cm}{}^{u-m} \right)}{\overline{M}_6 \cdot \left(C'_x{}^{u-m} - n_x \cdot n^B \cdot C'_x{}^{Буксир} \right)}. \quad (2.30)$$

Вибір між трубопровідним транспортом і морським виконується графічним способом. На першому етапі слід визначити відстань, на якій доцільно використовувати один з трьох способів доставки. Для цього при заданому обсязі видобування за рік слід викреслити графіки залежності зведених витрат у тонно-кілометрах.

Для експериментальних розрахунків приймемо наступні вхідні дані:

- кількість вуглеводнів, які необхідно доставити від морської бурової платформи до берегової інфраструктури складає 500000 т.
- експлуатаційні річні витрати на утримання складають:

- трубопроводу – 500000 дол. США;
- ББС – 4000000 дол. США;
- шаттл-танкера – 5000000 дол. США;

- витрати на оренду:

- трубоукладальника – 5000 дол. США/добу;
- ББС – 1400 дол. США/добу;
- шаттл-танкера – 4000 дол. США/добу;

- Капіталовкладення на придбання труби 500 дол. США/м.

В результаті рішення за допомогою Excel отримали графік залежності зведених витрат від дальності розташування морської бурової платформи від берегової інфраструктури (див. рис. 2.13).

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновки, що на відстані МБП до 180 км від берегової інфраструктури при інших допустимих умовах слід використовувати лише трубопровідний транспорт. На відстані від 180 до 250 км – трубопровідний транспорт та барже-буксирні склади, на відстані більше 250 км – ББС та шаттл-танкери.

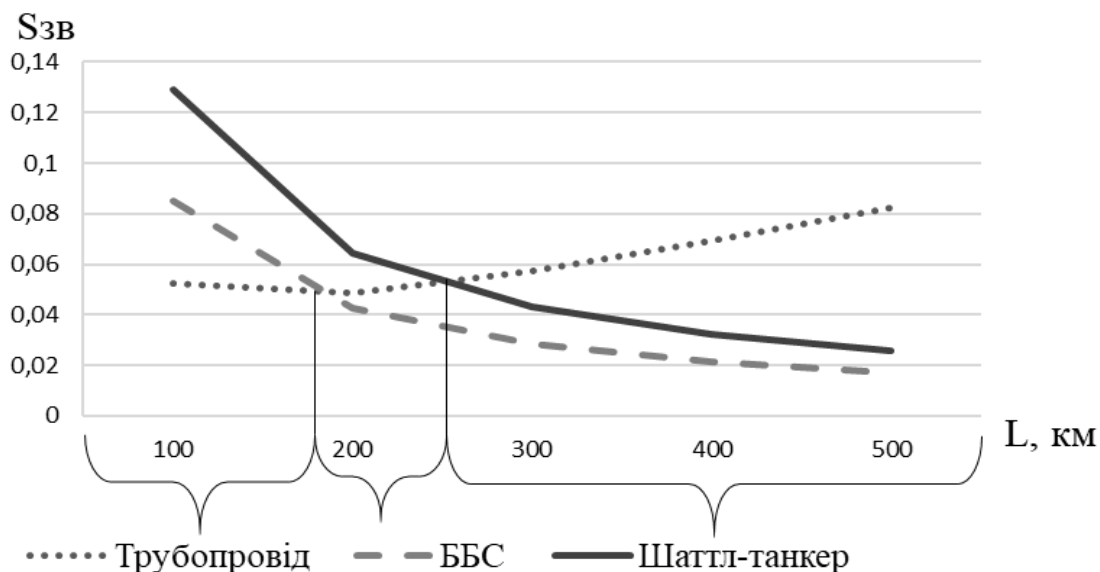


Рисунок 2.13 - Приклад розрахунку залежності зведених витрат від віддалення розташування морських бурових платформ від берегової інфраструктури

У процесі експериментальних досліджень здійснювалося варіювання ставки оренди залежно від стану ринку в бік збільшення та зменшення на 40 %. Отримані результати приведені на рис. 2.14 та 2.15.

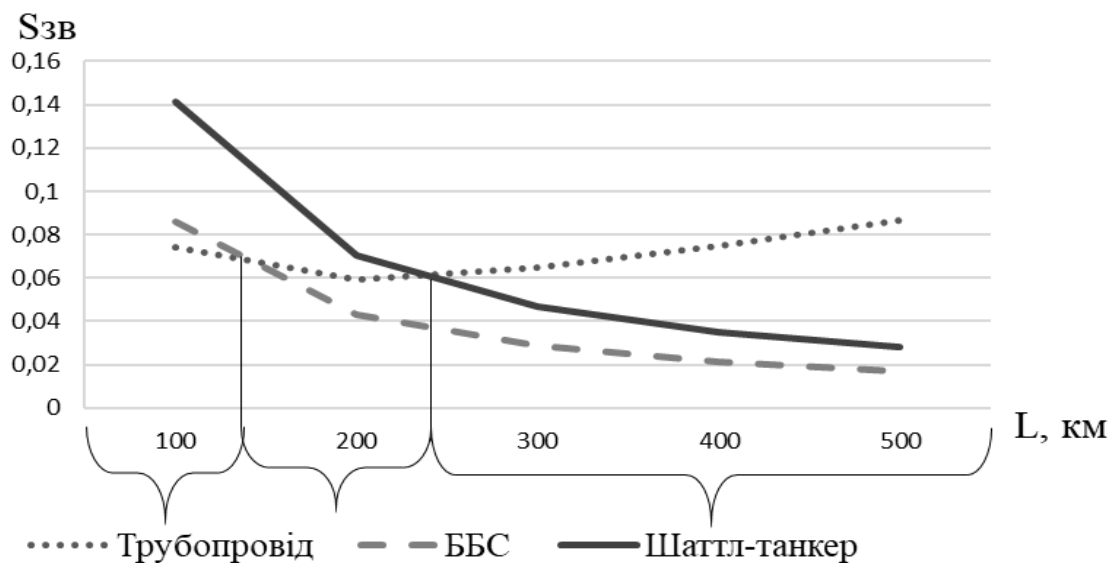


Рисунок 2.14 - Приклад розрахунку залежності зведених витрат від віддалення розташування морських бурових платформ від берегової інфраструктури

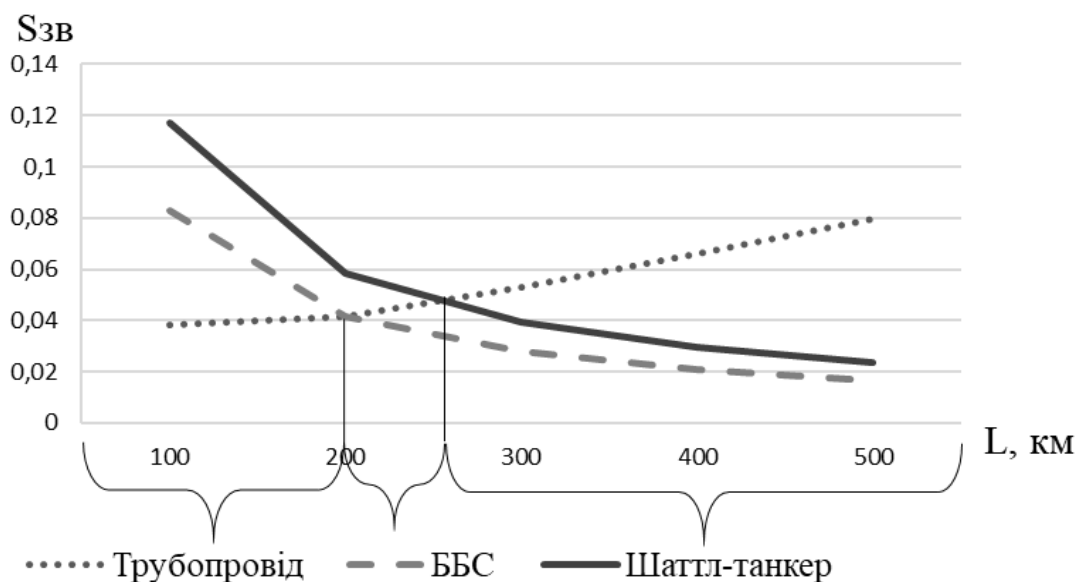


Рисунок 2.15 - Приклад розрахунку залежності зведених витрат від відстані розташування морських бурових платформ від берегової інфраструктури

Я видно з рис. 2.14, на відстані МБП до 130 км від берегової інфраструктури при інших допустимих умовах слід використовувати лише трубопровідний транспорт. На відстані від 130 до 245 км – трубопровідний транспорт та барже-буксирні склади, на відстані більше 245 км – ББС та шаттл-танкери.

Як видно з рис. 2.15, на відстані МБП до 200 м від берегової інфраструктури при інших допустимих умовах слід використовувати лише трубопровідний транспорт. На відстані від 200 до 255 м – трубопровідний транспорт та барже-буксирні склади, на відстані більше 255 м – шаттл-танкери або ББС. Для відстані від 255 до та більше – ББС та шаттл-танкери.

Тобто можна зробити висновок, що зміна орендної ставки істотно впливає лише на трубопровідний спосіб транспортування вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури.

Таким чином, для обґрунтування типу технічних засобів при одному з трьох варіантів доставки вуглеводнів з МБП до берегової інфраструктури вибір відбувається серед техніко-експлуатаційних характеристик одного типу транспортного засобу. Наприклад, на першій ділянці при варіанті доставки трубопровідним транспортом вибір відбувається лише серед варіантів діаметрів труби та судна-трубоукладальника.

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

$$\lambda_{\kappa} = \frac{S'_{\kappa}}{\max S'}, \quad (2.31)$$

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

Варіант з найменшим значенням безрозмірного критерію і буде найкращим.

2.3 Теоретичні та методичні положення щодо оцінки екологічної безпеки експлуатації засобів транспорту

Розливи нафти і нафтопродуктів становлять значну небезпеку, обумовлюючи великі економічні втрати, приводячи до погіршення екологічної обстановки, впливаючи на стан здоров'я людей.

Збільшення обсягів перевезень нафти і нафтопродуктів морем, збільшення кількості та розмірів суден, що заходять в порти для бункерування, вимагають постійного проведення аналізу причин і обліку обсягів розливів нафти і нафтопродуктів в акваторії портів, для розробки і прийняття адекватних заходів щодо підвищення безпеки з метою зменшення економічних втрат, і екологічних впливів нафти, що розливається у навколишнє середовище.

Організація робіт в морських портах при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру, згідно статті 12 Закону України «Про морські порти України» [124], покладено на Адміністрацію морських портів України, а також на суб'єкти господарювання, які здійснюють свою діяльність у морському порту, які зобов'язані вживати невідкладних заходів для ліквідації наслідків стихійного лиха, аварій та катастроф.

На підставі закону «Про морські порти України», в кожному порту розробляються «Інструкції з управління безпекою судноплавства на акваторії порту». Однак, в документах, вказується лише місце в акваторії порту, де можуть статися розливи нафти і нафтопродуктів. При цьому не вказуються можливі причини розливу нафти, відсутні критерії щодо визначення розмірів розливів

нафти, а відповідно, і рекомендації щодо усунення розливів нафти і нафтопродуктів в залежності від розмірів і причин розливів.

Історично, розливи, як правило, класифікуються за розміром: малі (менше 7 т), середні (7 – 700 т) і великі (понад 700 т) [125-126]. Розміри розливів нафти і нафтопродуктів визначають кількість і вид технічних засобів, хімічних препаратів, кількість задіяних суб'єктів при прийнятті заходів щодо запобігання та усунення наслідків розливів в акваторії портів.

Розлив нафти в акваторії морського порту з тих чи інших причин може статися:

- з причалу іншого берегового об'єкта, що межує з акваторією порту (з ливнестоку, з території);
- з судна під час його підходу / відходу і стоянки біля причалу, або під час проходження по акваторії і підхідному шляху до неї.

З огляду на необхідність вдосконалення системи управління безпекою на акваторії порту, актуальним є аналіз причин розливів нафти і визначення критеріїв для оцінки обсягів розливів нафти і нафтопродуктів як наукова основа для вдосконалення заходів щодо забезпечення екологічної безпеки при заході суден в морські порти.

Основні наукові положення щодо аналізу та обліку розливів нафти і нафтопродуктів ґрунтуються на статистичних даних, представлених у звітах світових брокерів, таких як ITOPI [125], британське суднове агентство Clarksons [126], а також у відомих статистичних дослідженнях ЦНИИМФ [127].

Більшість робіт присвячено питанням великих розливів нафти при її транспортуванні в морських танкерах при аварійних ситуаціях на судах (див. підрозділ 1.3). Однак цілий ряд питань, пов'язаних з оцінкою обсягу малих розливів нафти і нафтопродуктів, вивчені недостатньо.

При цьому, розливи нафти і нафтопродуктів слід враховувати не тільки при роботі танкерів, але інших торговельних суден, що заходять в порт для здійснення транспортно-технологічних процесів і операцій.

Беручи до уваги середню частоту заходів суден тільки в Одеський порт в 2017 р, і випадків малих розливів нафти і нафтопродуктів при виконанні бункерування, зачистки танків і інших операцій, дослідження причин малих розливів, оцінка їх обсягу, є актуальним науковим завданням.

Аналіз статистичних даних ІТОРФ [125] за період з 2000 по 2017 рр., показує, що кількість і обсяг розливів нафти від 7 до 700 т зменшується, і в 2018 р. ця тенденція зберіглася з достовірністю 82%. При цьому кількість розливів до 7 т не має явно вираженої тенденції до зниження, і обсяг малих розливів нафти і нафтопродуктів близький за масштабами до обсягу великих розливів в 2018 р., (рис. 2.16).

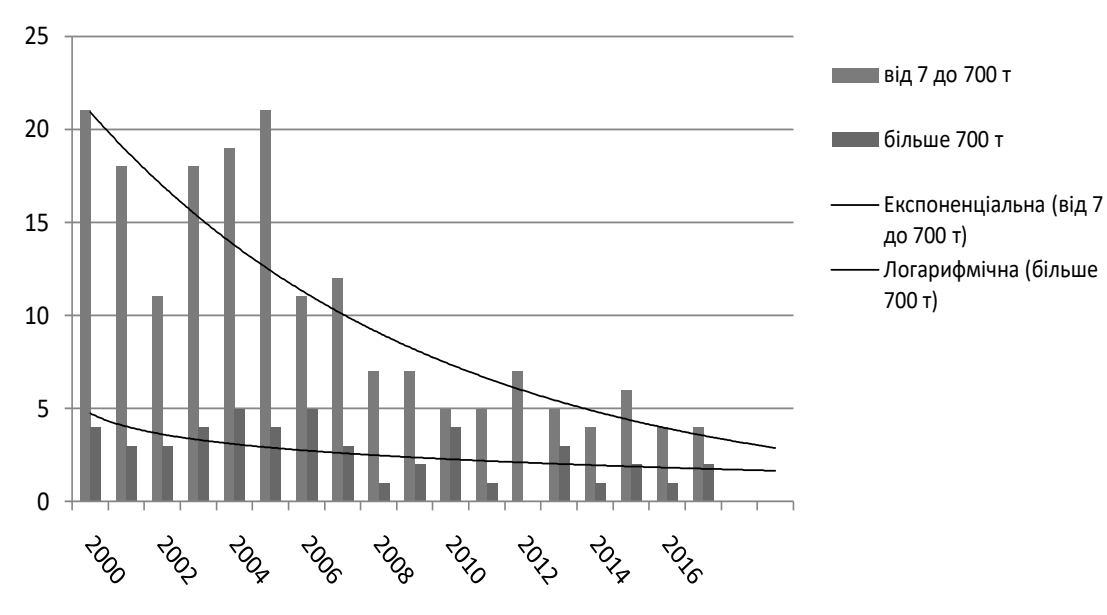


Рисунок 2.16 - Середньорічна кількість розливів нафти з суден світового танкерного флоту

З графіка видно, що якщо по великим розливам вживаються заходи для їх запобігання і спостерігається позитивна динаміка щодо зниження рівня забруднень моря нафтопродуктами, то питань запобігання малих розливів нафти приділяється недостатньо уваги з боку вчених. На частку малих розливів нафти припадає найбільша їх кількість, рис. 2.17 [127].

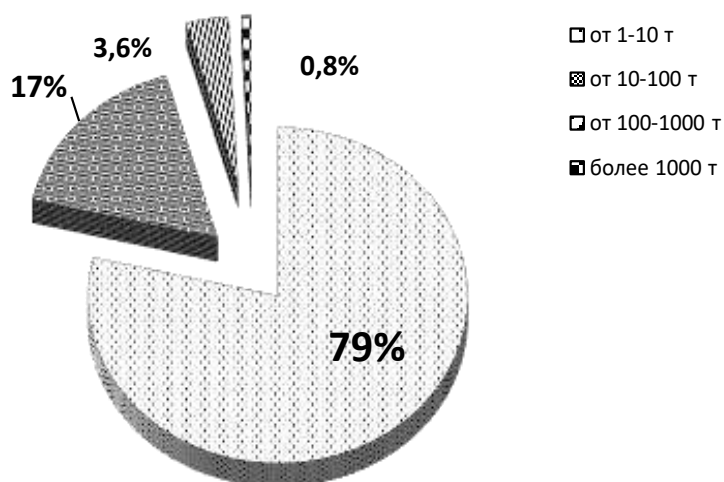


Рисунок 2.17 - Статистичні дані по розливам нафти різних обсягів

Такі розливи відбуваються при завантаженні / розвантаженні нафти і нафтопродуктів в / з танкерів, а також при бункеруванні інших суден, які заходять в порт для здійснення транспортно-технологічних процесів і операцій.

За даними аварійних розливів основні проблеми пов'язані з порушенням безпеки, і розливи нафти відбуваються під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт у терміналів, загальне число яких за п'ятирічний період перевищує 3000 раз (табл. 2.3).

Таблица 2.4 - Причини й кількість розливів нафти та нафтопродуктів різних розмірів

Фактори	Менше 7 т	7-700 т	Більше 700 т	Загалом
1	2	3	4	5
Операції (i)				
Завантаження/розвантаження	3 163	395	42	3 600
Бункерування	571	32	1	604
Інші операції	1 288	183	2	1 473
Невідомі	2 842	762	80	3 684
Всього	7 864	1 372	125	9 361

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5
Аварійні ситуації (j)				
Зіткнення	187	364	136	687
Посадка на мілину	240	271	150	661
Пошкодження корпусу	577	101	60	738
Пожежі та вибухи	174	49	53	276
Інші ситуації	1 814	175	32	2 021
Невідомі	3 184	203	13	3 400
Всього	6 176	1 163	444	7 783
Загалом	14 040	2 535	569	17 144

Як видно з табл. 2.4, число малих (менше 7 т) розливів нафти і нафтопродуктів більше при технологічних процесах і операціях (7 864 випадки), ніж при аварійних.

Офіційна статистика фіксує лише ті розливи, при яких виливається більше 8 т нафти, а розлив до 7 т включно вважається просто інцидентом, який не потрібно декларувати і про який годі й сповіщати влади.

Проаналізувавши дані табл. 2.4, можна оцінити обсяг розливів нафти різних розмірів. Розділимо розливи за такими чинниками:

- пов'язані з операціями в порту;
- пов'язані з аварійними ситуаціями.

Позначимо малі розливи нафти (від 1 – 7 т) через М, середні (від 7 – 700 т) - через С і великі (для розрахунків приймемо 1000 т) - через В, а також сумарну

масу (об'єм) розливу як $\sum_{i=1}^I P_{oi}^{M,C,B}$ - для розливів, пов'язаних з операціями в

порту і $\sum_{j=1}^J P_{aj}^{M,C,B}$ - пов'язаних з аварійними ситуаціями.

Сумарну масу (об'єм) розливу визначимо за формулою:

- для розливів, пов'язаних з операціями в порту:

$$\sum_{i=1}^I P_{o_i}^{M,C,B} = q_{o_i}^{M,C,B} \cdot N_{o_i}^{M,C,B} \quad (2.32)$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$

- для розливів, пов'язаних з аварійними ситуаціями:

$$\sum_{j=1}^J P_{a_j}^{M,C,B} = q_{a_j}^{M,C,B} \cdot N_{a_j}^{M,C,B} \quad (2.33)$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

де $q_{o_i}^{M,C,B}$, $q_{a_j}^{M,C,B}$ – маси разових малих, середніх і великих розливів при факторах, пов'язаних з операціями і аварійними ситуаціями відповідно, т;

$N_{o_i}^{M,C,B}$, $N_{a_j}^{M,C,B}$ – число випадків малих, середніх і великих розливів при факторах, пов'язаних з операціями і аварійними ситуаціями відповідно.

Для розрахунків умовно приймемо 1 т - для разового малого розливу, 8 т - для разового середнього розливу і 701 т - для разового великого розливу. Отримані результати розрахунків представимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.5 - Маса розливої нафти і нафтопродуктів, т.

Вид операції/об'єм	Менше 7 т (1 т)	7-700 т (8 т)	Більше 700 т (701 т)	Загалом
Операції (i)				
Завантаження/розвантаження	3 163	3 160	29 442	35 765
Бункерування	571	256	701	1 528
Інші операції	1 288	1 464	1 402	4 154
Невідомі	2 842	6 096	56 080	65 018
Всього по операціям	7 864	10 976	87 625	106 465

Продовження табл. 2.5

Вид операції/об'єм	Менше 7 т (1 т)	7-700 т (8 т)	Більше 700 т (701 т)	Загалом
Аварійні ситуації (j)				
Зіткнення	187	2 912	95 336	98 435
Посадка на міліну	240	2 168	105 150	107 558
Пошкодження корпусу	577	808	42 060	43 445
Пожежі та вибухи	174	392	37 153	37 719
Інші ситуації	1 814	1 400	22 432	25 646
Невідомі	3 184	1 624	9 113	13 921
Всього по ситуаціям	6 176	9 304	311 244	326 724
Загалом	14 040	20 280	398 869	433 189

Оцінимо отриманий розлив по кожному фактору через коефіцієнт $K_{o_i}^{M,C,B}$

для розливів, пов'язаних з операціями в порту і $K_{a_j}^{M,C,B}$ для розливів, пов'язаних з аварійними ситуаціями. Визначимо частку розливу по кожному фактору по формулі:

- для розливів, пов'язаних з операціями в порту:

$$K_{o_i}^{M,C,B} = \frac{\sum_{i=1}^I P_{o_i}^{M,C,B}}{\sum_{i=1}^I P_{o_i}^{заг}^{M,C,B}} \quad (2.34)$$

$i = 1, 2, 3, 4$

- для розливів, пов'язаних з аварійними ситуаціями:

$$K_{a_j}^{M,C,B} = \frac{\sum_{j=1}^J P_{a_j}^{M,C,B}}{\sum_{j=1}^J P_{a_j}^{загM,C,B}} \quad (2.35)$$

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

де $\sum_{i=1}^I P_{o_i}^{загM,C,B}$, $\sum_{j=1}^J P_{a_j}^{загM,C,B}$ - загальна маса малих, середніх і великих розливів нафти при факторах, пов'язаних з операціями в порту і аварійними ситуаціями відповідно, т.

Отримані результати представимо в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Частка розливу нафти і нафтопродуктів за операціями

Вид операції/об'єм	Менше 7 т (1 т)	7-700 т (8 т)	Більше 700 т (701 т)	Загалом
Операції (i)				
Завантаження/розвантаження	0,40221	0,28790	0,33600	0,33593
Бункерування	0,07261	0,02332	0,00800	0,01435
Інші операції	0,16378	0,13338	0,01600	0,03902
Невідомі	0,36139	0,55539	0,64000	0,61070
Всього по операціям	1	1	1	1
Аварійні ситуації (j)				
Зіткнення	0,03028	0,31298	0,30631	0,30128
Посадка на мілину	0,03886	0,23302	0,33784	0,32920
Пошкодження корпусу	0,09343	0,08684	0,13514	0,13297
Пожежі та вибухи	0,02817	0,04213	0,11937	0,11545
Інші ситуації	0,29372	0,15047	0,07207	0,07849

Продовження табл. 2.6

Вид операції/об'єм	Менше 7 т (1 т)	7-700 т (8 т)	Більше 700 т (701 т)	Загалом
Невідомі	0,51554	0,17455	0,02928	0,04261
Всього по ситуаціям	1	1	1	1

Як видно з табл. 2.6 найбільше число малих розливів нафти і нафтопродуктів припадає на операції завантаження і розвантаження танкерів (40,2%). Аварійні ситуації викликають малі розливи нафти з невідомих причин становлять 51% усієї кількості розливої маси нафтопродуктів, табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Частка розливу нафти і нафтопродуктів за розмірами

Вид операції/об'єм	Менше 7 т (1 т)	7-700 т (8 т)	Більше 700 т (701 т)	Загалом
Операції (i)				
Завантаження/розвантаження	0,08844	0,08835	0,82321	1
Бункерування	0,37369	0,16754	0,45877	1
Інші операції	0,31006	0,35243	0,33751	1
Невідомі	0,04371	0,09376	0,81253	1
Всього по операціям	0,07386	0,10309	0,82304	1
Аварійні ситуації (j)				
Зіткнення	0,00189	0,02958	0,96852	1
Посадка на міліну	0,00223	0,02016	0,97761	1
Пошкодження корпусу	0,01328	0,01859	0,96812	1
Пожежі та вибухи	0,00461	0,01039	0,98499	1
Інші ситуації	0,07073	0,05459	0,87468	1
Невідомі	0,22872	0,11665	0,65462	1
Всього по ситуаціям	0,01890	0,02848	0,95262	

Як видно з табл. 2.7, найбільша частка кількості розлитої нафти і нафтопродуктів припадає на малі розливи нафти при проведенні бункерних робіт, приблизно 37,4% від усієї розлитої маси нафтопродуктів.

При аварійних ситуаціях, кількість малого розливу нафти і нафтопродуктів становить 22,9% від загальної маси розливу при невідомих операціях.

Маса розлитих нафти і нафтопродуктів може характеризувати можливість і здатність рятувальних формувань, які залучаються на відповідному рівні локалізувати розлив і зібрати розливу нафту і нафтопродукти. І, якщо ймовірність травмування або смертей людей при малих розливах нафти і нафтопродуктів невелика, то величина збитку підприємствам, які експлуатують об'єкт, і навколишньому середовищу - значна.

Таким чином, дослідження показало, що отриманий коефіцієнт 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.

Висновки по разделу 2

На підставі результатів досліджень, проведених у другому розділі, отримані наступні результати:

В розділі проаналізовані офіційні міжнародні та національні документи, а саме Міжнародна конвенція МАРПОЛ-73/78, Кодекс Торгівельного Мореплавання України, та було зроблено висновок, що морські бурові платформи, як плавучі, так і стаціонарні визнаються морськими суднами, що експлуатуються в морському середовищі.

Було визначено, що морські судна, які забезпечують процес видобутку та постачання вуглеводнів в шельфі морів, та працюють недалеко від берега, згідно світовій практиці мають назву «офшорні судна» (від англ. offshore - «поза берегом»).

Також було визначено, що офшорні судна відносяться до морських суден, які задіяні в промисловому процесі, для розвідки і видобутку корисних копалин.

В свою чергу серед суден, що задіяні в видобутку корисних копалин, є судна, які задіяні в транспортному процесі, технічні судна, та судна, що обслуговують морські бурові платформи. Отже, визначено, що така класифікація для промислових суден не набула належного розвитку в сучасних документах, та літературі, та потребує удосконалення.

В розділі було виконано групування всіх офшорних суден за етапами нафтогазової індустрії в шельфах морів, які вони забезпечують. Але класифікація офшорних суден потребує подальшого удосконалення, для виділення типів суден, які задіяні в транспортному процесі, до яких можна застосовувати наукові підходи з експлуатації флоту.

Таким чином можна відслідкувати, 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 FPDOS. Таким чином нафтодобувні платформи були класифіковані: за відстанню буріння, за способом установки, за конструктивними особливостями. Було зазначено, що для буріння в Чорноморсько-Азовському регіоні були використані стаціонарні платформи.

Для вирішення задачі щодо визначення способу доставки вуглеводнів з місць буріння на берегові переробні сховища, було визначено, що на практиці використовується три способи доставки: трубопровідним транспортом, барже-буксирним складом, та шаттл-танкерами.

Були проаналізовані техніко-експлуатаційні характеристики технічних засобів, що задіяні в кожному способі доставки вуглеводнів, в результаті чого

було виявлено переваги трубопровідного способу доставки, барже-буксирними складами або шаттл-танкерами.

Було розроблено концептуальну модель з організації транспортування видобутих вуглеводнів.

Було розроблено імітаційну модель прийняття рішень щодо вибору способу транспортування вуглеводнів від місць буріння до берегової інфраструктури залежно від відстані МБП від берега.

Також розроблено теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування рівновигідності використання способів доставки вуглеводнів від морських бурових платформ до берегової інфраструктури.

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.

Були виконані розрахунки та визначено, що на відстані до 180 км доцільно використовувати трубопровідний транспорт, від 180 км до 250 км доцільно використовувати трубопровідний транспорт та барже-буксирний склад, на відстані більше 250 км – барже-буксирний склад та шаттл-танкер.

Ці танкера призначені спеціально для прийому нафти з морських бурових платформ і доставки її споживачеві або в порти перевалки. Через складні умови завантаження у відкритому морі з бурових платформ (т.зв. точковий причал) танкер-човникам необхідно спеціальне дороге обладнання. Воно включає в себе систему динамічного позиціонування, що складається з носових і кормових підрулюючих пристроїв з системою управління (DPS), носовий приймальний вантажний пристрій (bow loading system). Також танкера-човники обладнуються вертолітним посадочним майданчиком. Крім цього танкера-човники, як правило, мають два рушія і, відповідно, дві головних енергетичних установки. Танкера-човники дорогі в будівництві, в експлуатації вони обходяться дорожче звичайного

танкера того ж дедвейту. Якщо бурова платформа розташована не в льодах, то в якості танкера-човника може використовуватися і танкер подвійної дії.

В розділі також 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.

Використання запропонованих положень дозволяє:

на етапі прийняття рішення про вибір типу засобів транспортування встановити такий спосіб транспортування вуглеводнів, який забезпечить найменші витрати та собівартість транспортування;

на етапі формування складу флоту для транспортування вуглеводнів визначити спосіб придбання ББС та шаттл-танкерів, який забезпечить найменшу собівартість перевезень;

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

В цілому сформульовані положення та їх впровадження у виробничу діяльність сучасних компаній – власників спеціалізованого флоту, сприятимуть підвищенню їх ефективності, скороченню собівартості транспортування вуглеводнів в шельфі морів.

Результати даного розділу:

– знайшли відображення в матеріалах кафедральних науково-дослідницьких тем ОНМУ (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);

— опубліковані в наступних роботах [5, 8-10, 14, 15, 17, 21, 24, 27, 28].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СУДЕН ПОСТАЧАННЯ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ МОРСЬКИХ БУРОВИХ ПЛАТФОРМ

3.1 Характеристика спеціалізованих суден постачання, що обслуговують морські бурові платформи

Всі судна, що задіяні в розвідці та видобутку нафти та газу великі і унікальні, до них відносяться: транспортні й транспортно-буксирні судна (ТБС); рятувальні, протипожежні й водолазні судна; кранові судна й плавучі крани; портовий і допоміжний флот; бурові платформи.

Офшорні судна використовують для вирішення завдань, що не характерні для торгового флоту.

Класифікація офшорних суден за видами діяльності відповідно до етапів нафтогазової індустрії наведена в п.п. 2.2.1 другого розділу.

Обслуговуючий флот, до якого відносяться судна постачання (offshore support vessels (OSV) – це спеціалізовані судна, що задіяні в розвідці, облаштуванні, видобутку, зберіганні та транспортуванні нафти та газу, що добувається в шельфах морів.

Судна постачання, що призначені для обслуговування морських бурових платформ (СПП) в шельфах морів – це судна, які відносяться до суден обслуговування споруд, які знаходяться на деякій відстані від узбережжя (від англійського Off shore – «поза берегом»), а саме видобувних платформ, вітрильників).

За основним призначенням до суден (OSV) відносяться наступні типи 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.

Сейсмічне (сейсморозвідувальне) судно - це високотехнологічне спеціалізоване судно для збору і подальшої обробки сейсмічних даних. Судна цього типу використовуються як для сейсмічних, так і для пошуково-розвідувальних, дослідницьких робіт і пошуку нафтогазових родовищ в морях Світового Океану. Збір інформації здійснюється за допомогою буксируваних стримерів. Кількість стримерів (сейсмопріємних кіс) на сучасних сейсмічних суднах може досягати 14-ти штук. А їх довжина може бути більше 10 км. На суднах цього типу встановлюються новітні засоби реєстрації сейсмічних даних, їх прив'язки і обробки в двох - і тривимірному вимірюванні (2D і 3D).

Роботи на таких суднах можуть проводитися при максимальному хвилюванні – 4-5 балів. Максимальна швидкість буксирування забортного обладнання – 5-5,5 вузлів.

Як правило, при проведенні робіт сейсмічне судно супроводжується допоміжним судном, основними функціями якого є забезпечення безпечної навігації і оповіщення суден, що проходять по районі робіт, (див. Додаток А, рис. А.1).

Multi Role Service / Support Vessels (MRSV) - універсальні судна забезпечення - призначені для обслуговування / проведення підводних, будівельно-монтажних робіт з використанням спеціалізованих кранів і апаратів

ROV. Зазвичай забезпечені азимутними підрулюючими пристроями і системою динамічного позиціонування (див. Додаток А, рис. А.2).

Azimuthing stern-drive tug (ASD) - «Азимутальний буксир» - буксир з кормовим розташуванням азимутних «повноповоротних» гвинторульових колонок. Він подібний за типом традиційного двогвинтового буксиру, проте звичайний гвинт і гребний вал замінені на азимутальні гвинторульові пристрої.

Азимутальні пристрої складаються з звичайних гвинтів, обладнаних поворотними насадками, які можуть обертатися на 360 градусів для надання тяги в будь-якому напрямку без використання рулів. Найбільш поширена конструкція, яка отримала назву «Z-Drive» завдяки особливості валу, який горизонтальний на виході з двигуна, вертикальний по відношенню до корпусу і знову горизонтальний на ступці гвинта, в цілому утворює собою форму подібну букві «Z», також встановлюються конструкції типу «L -Drive ».

Як правило, буксири типу ASD мають буксирну лебідку на баку, але іноді і на кормі. У більшості випадків буксири ASD використовуються як портові буксири, для супроводу суден в акваторії порту і в відкритому морі. Середнє тягове зусилля становить близько 65 т (і більше), (див. Додаток А, рис. А.3).

Судно постачання бурових платформ (СПП) - PSV - призначене для постачання морських бурових платформ і виробничих платформ необхідним обладнанням, запасами і витратними матеріалами для буріння. Зазвичай це цемент, барит і бентоніт, транспортуються у вигляді сухих порошків; бурова вода; рідкі бурові розчини на масляній або водній основі, метанол і хімікати для спеціалізованих операцій, (див. Додаток А, рис. А.5).

СПП завантажується на береговій базі. Рідкі вантажі перевозяться в цистернах з подвійним дном, навалочні вантажі перевозяться в спеціальних пневматичних цистернах високого тиску, обладнання та бурильні труби - на кормовій відкритій палубі. На буровій установці або платформі рідкі та порошкові вантажі завантажуються пневматично, а палубний вантаж обробляється краном бурової установки.

Типовий рейс СПП показує, що судно витрачає близько 25 % часу на завантаження і розвантаження в порту, 40 % плавання на службі в діапазоні 14-16 вузлів і 35 % завантажувальні та розвантажувальні роботи в морі, часто при сильному вітрі, високій хвилі.

Найбільша небезпека для члена екіпажу, що працює на судні постачання, полягає в тому, що його може змити за борт в поганих погодних умовах або завдати шкоди - або вантажем, який він обробляє, або обладнанням, яке він використовує.

Довжина суден цього типу може бути від 20 до 110 м. Як правило, ці судна використовуються для транспортування екіпажів, постачання, води, палива, рефконтейнерів, різних мастильних матеріалів і хімікатів, сипучих і рідких вантажів, необхідних для забезпечення нафтових платформ, (див. Додаток А, рис. А.4).

Судно забезпечення водолазних робіт DSV (Diving Support Vessel) призначене для забезпечення і проведення водолазних робіт на різних глибинах і з різними газовими сумішами. Обладнано, як правило, водолазним барокомплексом і всіляким підводним інструментарієм. В даний час сучасні системи занурення дозволяють водолазам проводити роботи на глибинах до 400 м. Одне DSV судно може забезпечувати роботу до восьми водолазів одночасно.

У більшості випадків на суднах цього типу є апарати ROV (Remote Operated Vehicle) - підводні апарати дистанційного керування, (див. Додаток А, рис. А.6).

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

За конструктивними особливостям МБП [5, 107]:

- самопідйомні бурові платформи (СПБП);
- напівзаглиблені бурові платформи (НЗБП);
- бурові платформи гравітаційного типу (БПГТ);
- бурові судна (БС) (див. Додаток А, рис. А.7).

Принципова відмінність тієї чи іншої платформи полягає в способі закріплення її над свердловиною. В результаті розгляду процесу обслуговування

МБП і формулювання відповідних завдань для суден постачання були визначені основні процеси, які забезпечують безперебійне функціонування МБП (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Основі види операцій, що забезпечують процеси експлуатації суден постачання платформ (СПП)

Процеси	СПБП	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. Порятунк людей з аварійних МБП. Ліквідація розливів нафти			

Таким чином, з табл. 3.1 видно, що СПП багатофункціональні. Транспортні процеси СПП пов'язані з транспортуванням витратних матеріалів і людей від берегової інфраструктури до МБП та у зворотному напрямку, рис. 3.1.

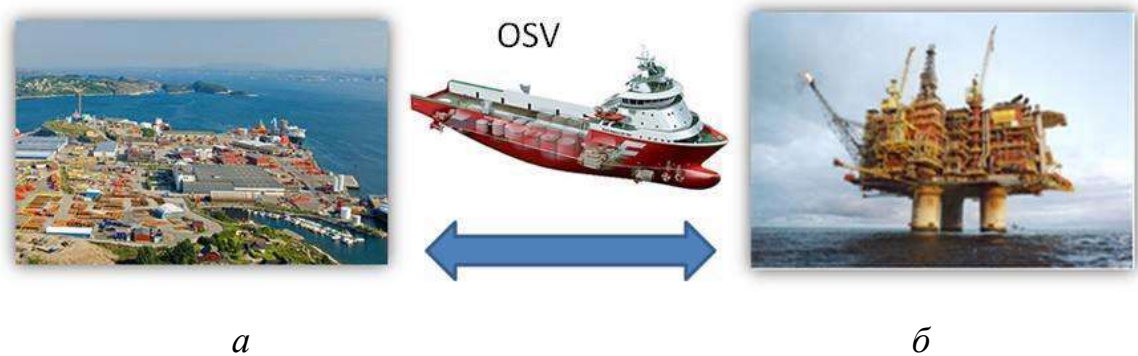


Рисунок 3.1 - Схема взаємодії: *а* – берегової інфраструктури з *б* – видобувною платформою [133]

В подальшому будемо розглядати процес організації роботи СПП при транспортуванні матеріалів та запасних частин.

Основні техніко-експлуатаційні характеристики СПП:

- 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 м²;
- судна оснащені кранами вантажопідйомністю близько 6 т;
- оснащені спеціальною системою утримання на точці;
- можуть перевозити до 70 пасажирів.

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

3.2 Організація експлуатації спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ

Серед основних напрямків вирішення задачі удосконалення експлуатації суден постачання платформ, за рахунок перспективності розробки нових джерел видобутку 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 експлуатації спеціалізованих суден. Ці судна залучаються до видобутку нафти та газу в шельфі морів. Питанням облаштування нафтогазових родовищ присвячена робота [4], проте є невирішеним питання особливості організації експлуатації спеціалізованих технічних засобів в шельфі морів. Авторами роботи [5, 128, 129] 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 експлуатації суден постачання, викладений в [130], передбачає нові підходи при проектуванні суден. На думку авторів роботи [131], 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 [132, 133] 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 [134, 108] підкреслено важливість врахування природних факторів в експлуатації СПП. Хоча це твердження може бути розглянуто зі сторони інших технічних засобів, що використовуються при облаштуванні видобувних платформ в шельфах морів.

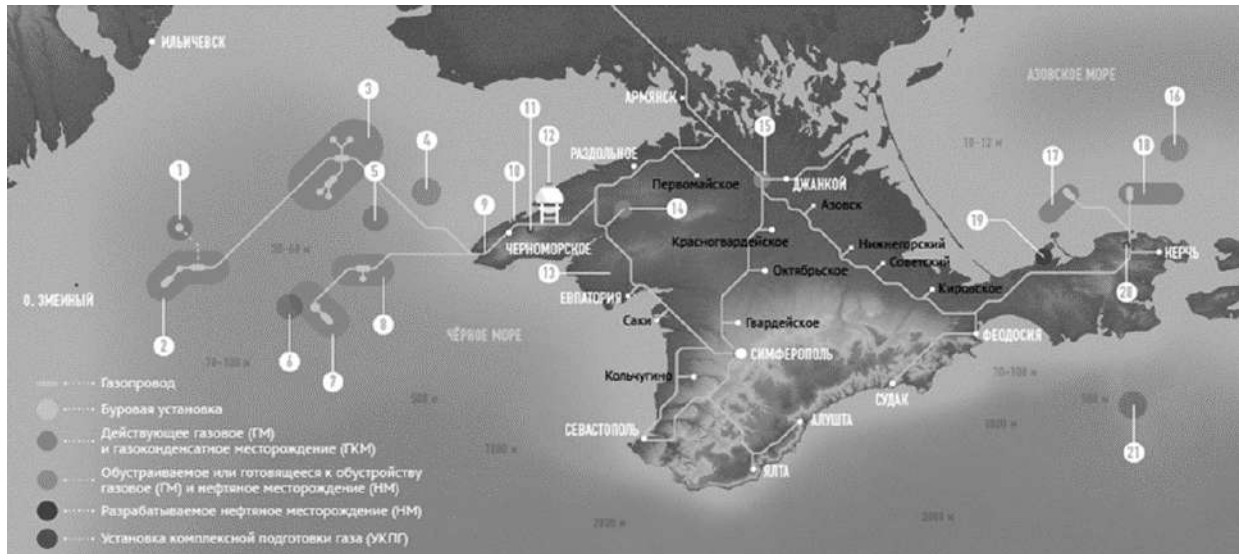
Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що питання щодо розробки методу маршрутизації роботи спеціалізованих суден, які обслуговують стаціонарні видобувні платформи, являється перспективним та потребує подальшого вивчення.

Процес експлуатації офшорних суден характеризується використанням різних технічних засобів на різних етапах розробки шельфів морів (рис. 3.1). Як було сказано вище, основна наукова думка спрямована на вдосконалення технології видобутку нафти і газу в шельфах морів. Зокрема, велика увага приділяється розробці методів обґрунтування типу бурових платформ, в залежності від регіону видобутку. Слід зазначити, так само, що розвідування і установка бурових платформ вимагають залучення офшорних суден забезпечення. Характеристика суден забезпечення компанії «Чорноморнафтогаз», задіяних в облаштуванні та постачанні нафтових платформ в шельфі Чорноморсько-Азовського регіону, представлена в табл. 3.1.

Для вирішення третьої задачі дисертації в розділі розглядаються основні підходи в організації експлуатації спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ в Чорноморсько-Азовському регіоні.

Для цього, використовуючи карту розташування морських бурових 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, в Азовському морі - це Східно-Казантипське, Північно-Булганакське, Стрілецьке, рис. 3.2.

Для обслуговування МБП, в зв'язку з втратою бази в Чорноморському регіоні, є перспективи будівництва бази для спеціалізованих суден постачання в районі порту Чорноморськ в Чорному і порту Бердянськ - в Азовському морях.



Газові родовища: 1-Безіменне; 2 - Одеське; 3 - Галіцинське, 17 - Східно-Казантипське, 18 - Північно-Булганакське; 10 - база буріння та облаштування (Кримська).

Рисунок 3.2 - Карта розташування родовищ з видобутку газу і нафти в Чорноморсько-Азовському регіоні [1]

Рішення даного завдання є актуальним при плануванні роботи спеціалізованих суден постачання бурових платформ будівельним матеріалом і обладнанням, при здійсненні процесу видобутку нафти і газу в шельфі.

Завдання організації роботи спеціалізованих суден постачання платформ, відноситься до задачі маршрутизації транспорту. Це пояснюється принциповою відмінністю умов експлуатації СПП від роботи звичайних морських транспортних суден.

В першу чергу, це невелика відстань перевезень, що обмежена дальністю установки морських бурових платформ і дальністю роботи офшорних суден, як правило, не перевищує 400 км. По-друге - обмеження роботи екіпажів 8-ми годинним робочим днем, що визначає число можливих рейсів за зміну, а

відповідно кількість перевезених вантажів і тому впливає на організацію маршруту роботи офшорних суден постачання.

Маршрутизація перевезень - 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 транспортних засобів під завантаженням і розвантаженням [135].

Крім того, маршрутизація перевезень позитивно зарекомендувала себе тим, що істотно розширює можливості підвищення продуктивності транспортних засобів при одночасному зниженні їх чисельності зі збереженням обсягів перевезень та покращенням якості транспортно-експедиційного обслуговування. Якщо визначені і експлуатуються раціональні маршрути і на них строго дотримуються термінів поставок, то товарно-виробничі запаси учасників процесу можуть бути скорочені в 1,5-2 рази.

Роль маршрутизації полягає також в тому, що споживачі, виробники і торговельні посередники отримують можливість складання реальних проектів за поточними планами і забезпечити ефективну організацію роботи.

Правильна маршрутизація вантажопотоків не тільки зміцнює взаємодію всіх учасників процесу, а й сприяє більш тісній інтеграції виробничо-господарської діяльності всіх ланок ланцюгів.

При масових перевезеннях вантажів необхідно розробляти такі маршрути, які могли б забезпечити мінімум баластних пробігів і своєчасне повернення транспортних засобів. У транспортній логістиці завдання даного типу вирішуються на основі критерію мінімізації експлуатаційних витрат або тонно-кілометрового пробігу.

При складанні маршрутів руху транспортних засобів, слід враховувати, що по одному маршруту можуть перевозитися різні вантажі, які повинні задовольняти наступні умови: їх транспортування можна робити одним і тим же

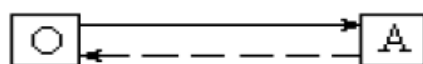
транспортним засобом. Отже, маршрутизацію перевезень можна скласти тільки при наявності груп вантажів, які потребують для перевезення однотипний транспортний засіб. Маршрути складаються по кожній групі вантажів.

При постановці і вирішенні задач маршрутизації перевезення вантажів враховується безліч обмежень, що накладаються конкретними умовами роботи вантажних пунктів (морських бурових платформ) і спеціалізованих суден постачання. До них відносяться: заданий перелік пунктів виробництва і споживання вантажів, обсяги вантажообігу постачальників і споживачів вантажу, характер вантажів, час доставки, структура і наявність транспортних засобів, режим роботи підприємства і платформ, режим роботи екіпажу, обмеження по пропускній спроможності пунктів, обмеження по провізній здатності транспортних засобів, мінімально допустиме значення цільової функції.

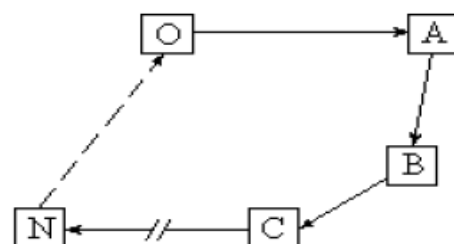
Завдання розвезення - це транспортна задача з доставки дрібнопартійних вантажів з розподільчого центру (РЦ), наприклад, бази суден, складу, вантажного терміналу та ін., безлічі одержувачів, розташованих в районі розвезення, наприклад, на морські бурові платформи. Відмінною рисою завдання розвезення є рух транспортних засобів по радіальних і кільцевих маршрутах.

Маятниковий маршрут (рис. 3.3, а)) - це напрямок руху транспортного засобу від початкового пункту О до пункту призначення А і назад в пункт О (О—А—О).

Кільцевий маршрут (рис. 3.3 б)) - це напрямок руху транспортного засобу від початкового пункту О до пункту А, через пункти А, В, С, ... до пункту N і від пункту N зворотний рух до пункту О (О—А—В—С—...—N—О).



а) маятниковий маршрут



б) кільцевий маршрут

Рисунок 3.3 - Схеми маршрутів [106]

Маятникові маршрути використовуються в тих випадках, коли обсяг попиту у одержувача дорівнює або навіть, перевищує вантажопідйомність транспортного засобу.

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 постачання за один оберт робить кілька зупинок на базі і споживачів вантажів – морських бурових платформ, але за оберт відбувається тільки одне завантаження СПП і поступове його розвантаження в декількох пунктах при розвезенні вантажу і поступове багаторазове завантаження, і одноразове розвантаження при зборі вантажу, рис. 3.4.

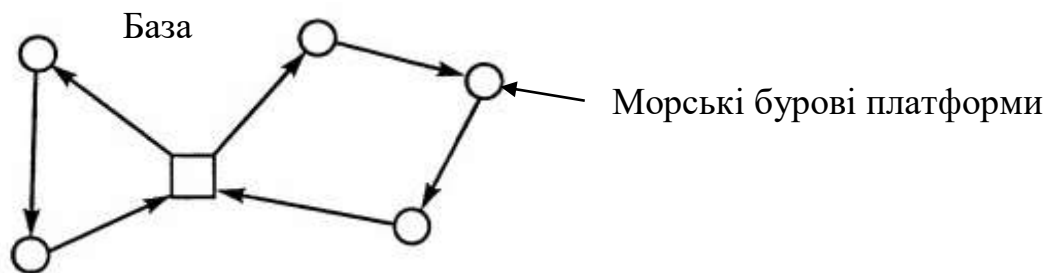


Рисунок 3.4 – Схема збирально-розвізного маршруту [106]

На всіх маршрутах транспортний процес перевезення вантажів складається з послідовно повторюваних елементів: подача СПП до місця завантаження; завантаження на СПП; переміщення вантажу; розвантаження СПП. Сукупність цих елементів, що утворюють закінчену операцію доставки вантажів, називається циклом перевезення, або рейсом.

Розрахуємо експлуатаційні показники:

Час виконання рейсу:

$$t_p = t_{\text{рух}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{розв}} + t_{\text{нр}} = \frac{L_p}{V_e} + t_{\text{зав-розв}}, \quad (3.1)$$

де $t_{\text{рух}}$ - час руху;

$t_{зав}, t_{розв}$ - час завантаження / розвантаження;

$t_{пр}$ - час простою по організаційним причинам: (оформлення документів і т.п.);

L_p - довжина рейсу;

V_e - експлуатаційна швидкість;

$t_{зав-розв}$ - час завантаження / розвантаження.

Проміжні зупинки для часткового довантаження чи розвантаження не переривають циклу перевезення. Кожний новий рейс починається тільки з моменту подачі порожнього СПП.

Пробігом називається відстань, яку проходить СПП за певний період часу. Класифікується на завантажений і баластний. Баластний пробіг - це пробіг, який необхідно зробити судну для прибуття з бази на перший пункт завантаження і повернення після останнього розвантаження на базу. Для підвищення ефективності експлуатації спеціалізованих суден необхідно прагнути до зниження величини баластних пробігів.

Частка пробігу з вантажем в загальному пробігу судна оцінюється коефіцієнтом використання пробігу за рейс:

$$\beta = \frac{l_{зв}}{(l_{зв} + l_{б})}, \quad (3.2)$$

де $l_{зв}$ - пробіг судна з вантажем;

$l_{б}$ - баластний пробіг.

Середня тривалість перебування суден в рейсі за добу характеризує ефективність використання флоту за часом і розраховується як відношення загальної кількості судно-годин перебування в рейсі за звітний період до загальної кількості СПП в експлуатації.

Час роботи на маршруті визначається співвідношенням:

$$T_m = n_p \cdot \left(\frac{l_{3в} + l_{б}}{V_e} + t_{зав-розв} \right) = n_p \cdot \left(\frac{l_{3в}}{\beta \cdot V_e} + t_{зав-розв} \right), \quad (3.3)$$

де n_p - кількість рейсів, які виконуються судном за зміну.

На практиці доводиться на підставі заданого часу роботи судна на маршруті визначати можливу кількість рейсів:

$$n_p = INT \left(\frac{T_m}{t_p} \right) = INT \left(\frac{T_m}{\frac{l_{3в}}{\beta \cdot V_e} + t_{зав-розв}} \right), \quad (3.4)$$

де INT - функція, яка повертає найближче менше ціле значення.

Провізна здатність суден СПП за один рейс розраховується за формулою:

$$\Pi_m = \alpha_3 \cdot \beta \cdot D_u, \quad (3.5)$$

де α_3 - коефіцієнт завантаження СПП;

D_u - чиста вантажопідйомність СПП.

При визначенні провізної здатності за робочий день необхідно враховувати дискретний характер виконання транспортної роботи, коли вона завершується одночасно із завершенням рейсу, число яких, отже, може бути тільки цілим. Таким чином, для збільшення обсягу роботи СПП необхідно так змінити експлуатаційні умови (наприклад, час роботи), щоб домогтися збільшення числа рейсів.

Провізна здатність СПП за день в тонах розраховується за формулою:

$$\Pi_m = \alpha_3 \cdot \beta \cdot D_u \cdot n_p \quad (3.6)$$

Провізна здатність СПП за день в тонно-кілометрах, розраховується за формулою:

$$\Pi_{m-m} = \alpha_3 \cdot \beta \cdot D_u \cdot n_p \cdot l_{3\beta} \quad (3.7)$$

Вибір того чи іншого маршруту визначається в основному варіантом організації транспортного процесу. Відповідно до розглянутих раніше варіантів можна представити класифікацію різних типів маршрутів, як це показано на рис. 3.5.

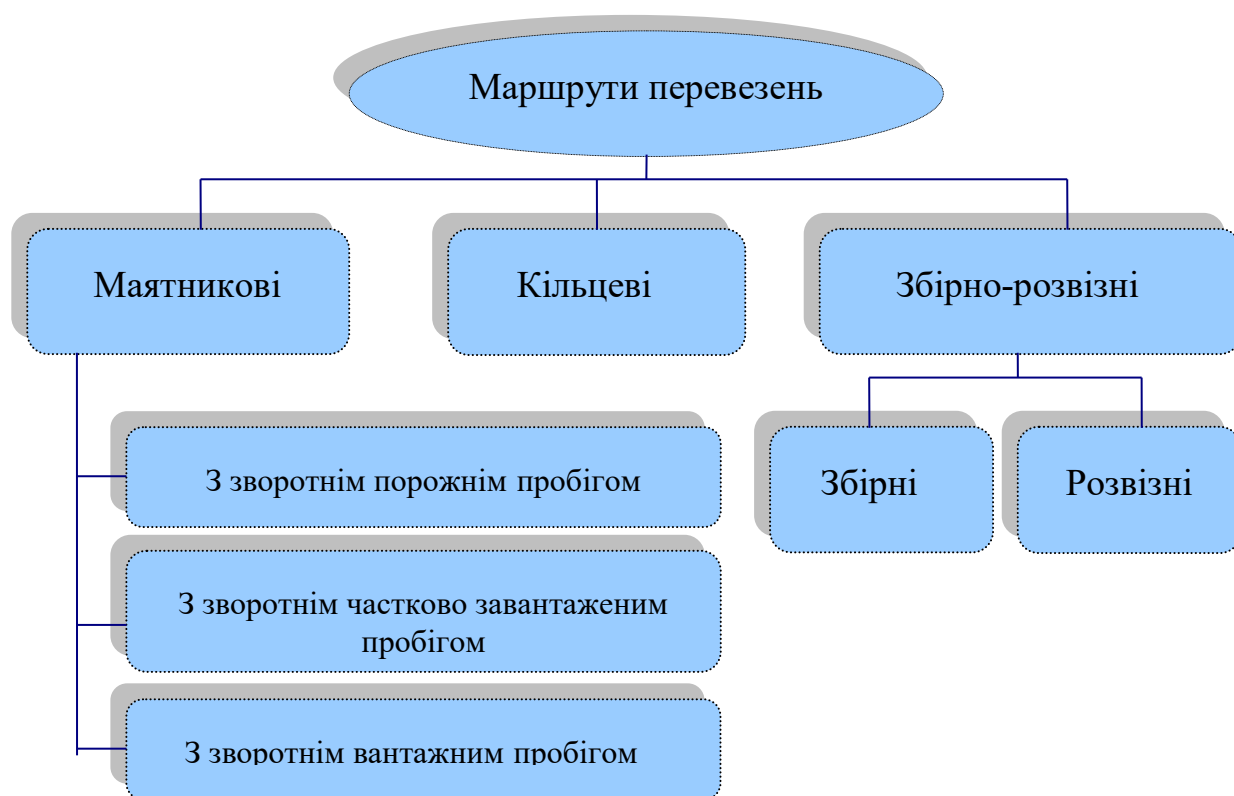


Рисунок 3.5 – Види маршрутів перевезень вантажів при роботі СПП

Для маятникових маршрутів в якості критерію їх ефективності можна використовувати коефіцієнт використання пробігу. Чим більше буде його значення, тим менше буде витрачатися ресурсів на переміщення СПП без вантажу і, звідси, нижче буде собівартість перевезень.

При виконанні перевезень по збірно-розвізним маршрутам якась кількість вантажу знаходиться на судні на всьому шляху проходження, тому використовувати в якості критерію ефективності коефіцієнт використання пробігу не можна.

Робота спеціалізованих суден здійснюється по маятникових, кільцевих або по збірно-розвізних маршрутах.

Для того щоб визначити такий критерій, розглянемо простий приклад. Нехай з пункту відправлення (Порт Чорноморськ) необхідно розвезти вантаж на три морські бурові платформи. Обсяги завезення і відстані між пунктами представлені на рис. 3.6.



Чорноморськ на нафтові платформи Галіцинське, Безіменне, Одеське.

Рисунок 3.6 – Візуалізація маршруту роботи СПП з порту [1]

Кількість можливих варіантів обходу пунктів доставки вантажу дорівнює $3! = 6$.

Розрахуємо наступні показники по одному судну за один рейс: роботу суден ($P_{т-км}$), дальність рейсу ($L_{км}$), частку пробігу з вантажем, пробіг судна з вантажем. Як приклад, прийемо розрахунок для СПП «Федр Урюпин», з

вантажопідйомністю 800 т, швидкістю 14 вузлів або 25,9 км/год. Нехай кількість вантажу на Одеське (2) родовище становить 200 т, на Галіценське (1) і Безіменне (3) по 300 т. Вантаж важкий, коефіцієнт завантаження судна дорівнює одиниці. Відстань від Чорноморська до Галіцинського 75 км, Галіцинського - Безіменного – 17,5 км, Безіменне - Одеське – 9,5 км, Одеське - Чорноморськ – 55 км, Безіменне - Чорноморськ – 50 км, рис. 3.7.

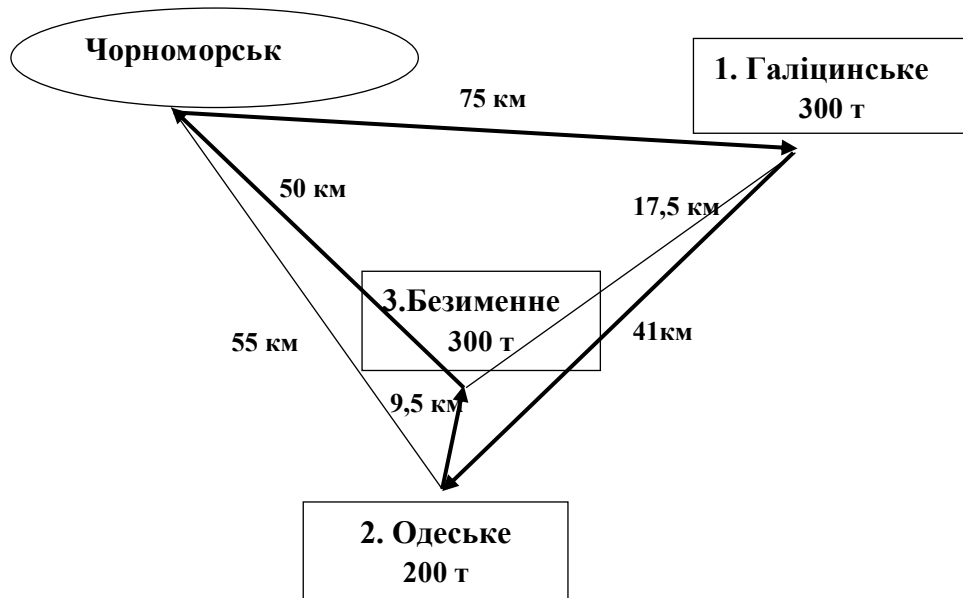


Рисунок 3.7 – Схема збірно-розвізного маршруту роботи спеціалізованих суден постачання в Чорному морі за першим варіантом (Б-1-2-3)

Нехай база – це порт Чорноморськ, платформа на Галіцинському родовищі це перший пункт (1), Одеське - другий (2), Безіменне - третій (3).

Тоді розрахунок показників по першому маршруту (Б-1-2-3), буде наступний.

Робота судна з перевезення вантажів по розвізному маршруту визначається за формулою:

$$W_{т-км} = Ql = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot l_{Б-1} + (Q_2 + Q_3) \cdot l_{1-2} + (Q_3) \cdot l_{2-3}, \quad (3.8)$$

де Q_1, Q_2, Q_3 - кількість вантажу, що вивозиться з порту - бази Чорноморська на платформи «Галицинське», «Одеське», «Безіменне» відповідно.

$l_{B-1}, l_{1-2}, l_{2-3}$ - дальність перевезення вантажу між базою - Чорноморськ (Б) і Галицинським (1), Галицинським (1) і Одеським (2), Одеським (2) і Безіменним (3) відповідно.

Довжина рейсу одного СПП, км:

$$L_p = l_{B-1} + l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-B} \quad (3.9)$$

Довжина рейсу з вантажем, км:

$$l_{3в} = l_{B-1} + l_{1-2} + l_{2-3} \quad (3.10)$$

Частка пробігу з вантажем в загальному пробігу судна:

$$\beta = \frac{l_{3в}}{L_p} \quad (3.11)$$

Результати розрахунків показників по формулам (3.8) – (3.11) за варіантами роботи СПП при розвезенні вантажу по кожному з можливих варіантів наведені в табл. Б.1 Додатку Б.

Вочевидь, що мінімальні витрати ресурсів будуть досягнуті при найменшому пробігу СПП (I) і виконуваної при цьому транспортної роботи ($W_{т-км}$). Цим умовам відповідає другий варіант табл. Б.1. Розвіз постачання на морські бурові платформи з бази в Чорноморську повинен починатися з «Безіменного», потім на «Одеське», потім на «Галиценське» родовища з поверненням на базу в Чорноморськ.

Аналогічні розрахунки виконані для вибору варіанта роботи суден в Азовському басейні з базою в порту Бердянськ, рис. 3.8.

Нехай платформа на Північно-Булганакському родовищі це перший пункт (1), Східно-Казантипському - другий (2), Стрілецькому - третій (3).

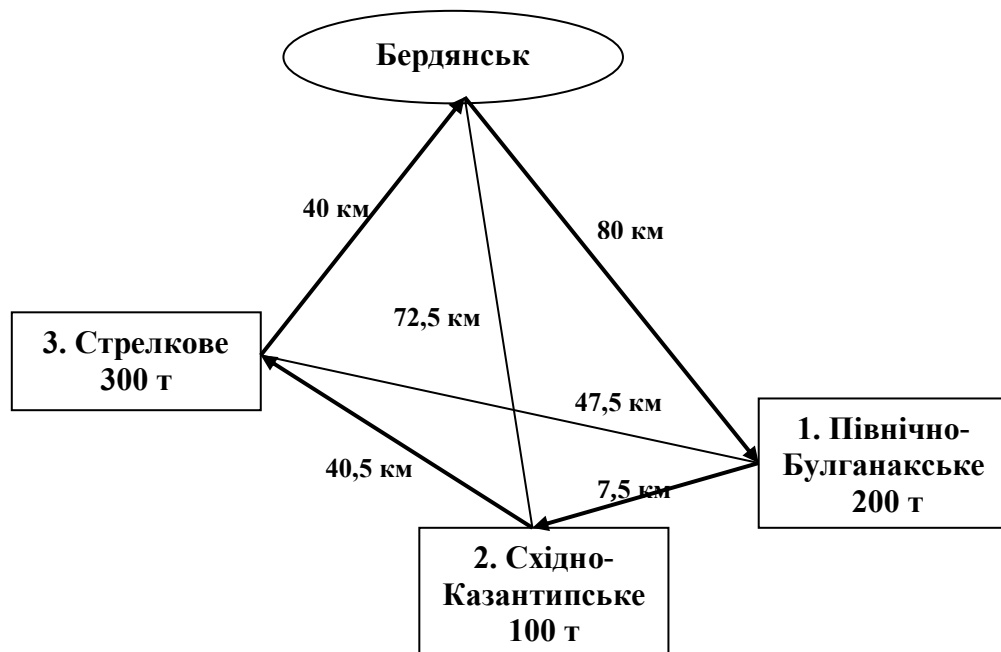


Рисунок 3.8 - Схема збірно-розвізного маршруту роботи спеціалізованих суден постачання в Азовському морі за першим варіантом (Б-1-2-3)

Результати розрахунків за вибором варіанта схеми доставки вантажів, представимо в табл. Б.2 Додатку Б.

Мінімальні витрати ресурсів будуть досягнуті при найменшому пробігу СПП і виконуваної при цьому транспортної роботи. Цим умовам відповідає другий варіант табл. Б.2. Розвіз постачання з бази в Бердянську повинен починатися з «Стрілецького», потім на «Східно-Казантипське», потім на «Північно-Булганакське» родовища з поверненням на базу в Бердянськ.

При організації роботи спеціалізованих суден по маятникових маршрутах, необхідно розрахувати кількість рейсів за зміну і обсяг перевезених вантажів за часовий проміжок часу.

Організація роботи офшорних суден по маятниковому маршруту в Чорному та Азовському морях представлена на рис. 3.9-3.10 відповідно.

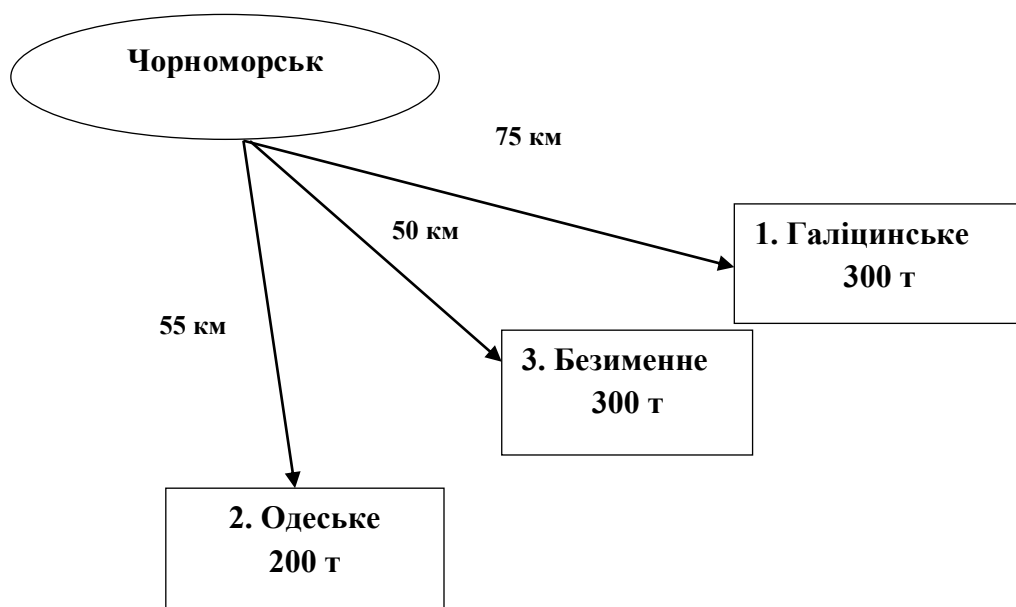


Рисунок 3.9 – Організація роботи офшорних суден по маятниковому маршруту в Чорному морі

При такому варіанті роботи отримаємо наступні варіанти роботи суден:

Чорноморськ - Галіцинське - - - - Чорноморськ,

Чорноморськ - Безіменне - - - - Чорноморськ,

Чорноморськ - Одеське - - - - Чорноморськ.



Рисунок 3.10 – Організація роботи офшорних суден по маятниковому маршруту в Азовському морі

При такому варіанті роботи отримаємо наступні варіанти роботи суден:

Бердянськ – Північно-Булганакське - - - - Бердянськ,

Бердянськ – Східно-Казантипське - - - - - Бердянськ,

Бердянськ - Стрелкове - - - - - Бердянськ.

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.

Для Азовського моря розрахунки виконані для двох суден, типу «Дон», вантажопідйомністю 600 т і швидкістю 27,8 км/год. Ці судна придатні для роботи в Азовському морі, так як мають Льодове підкріплення (Льодовий клас).

Результати розрахунку по дільницях і по обслуговуванню суден в Чорному та Азовському морях занесені в табл. Б.3-Б.4 Додатку Б відповідно.

Розрахунки показали, що добовий обсяг перевезень двома СПП складе 288 тис. т-км важких вантажів в Чорному морі та 231 тис. т-км важких вантажів в Азовському морі.

Таким чином, для вибору маршруту роботи СПП витрати на утримання спеціалізованих суден постачання слід структурувати наступним чином, рис. 3.11.

Наведена структура витрат дозволяє враховувати в розрахунках при виборі маршруту роботи суден такі фактори, як тип буксира, період роботи СПП, погодні умови, чисельність екіпажу, та сформулювати формули для розрахунку всіх можливих варіантів доставки (див. Додаток В).

3.3 Формалізація процесу обґрунтування структури флоту суден постачання морських бурових платформ і плану його роботи

У процесі організації експлуатації спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ одним із важливих завдань є

визначення кількісного і якісного складу суден постачання, а також планування графіка обслуговування.

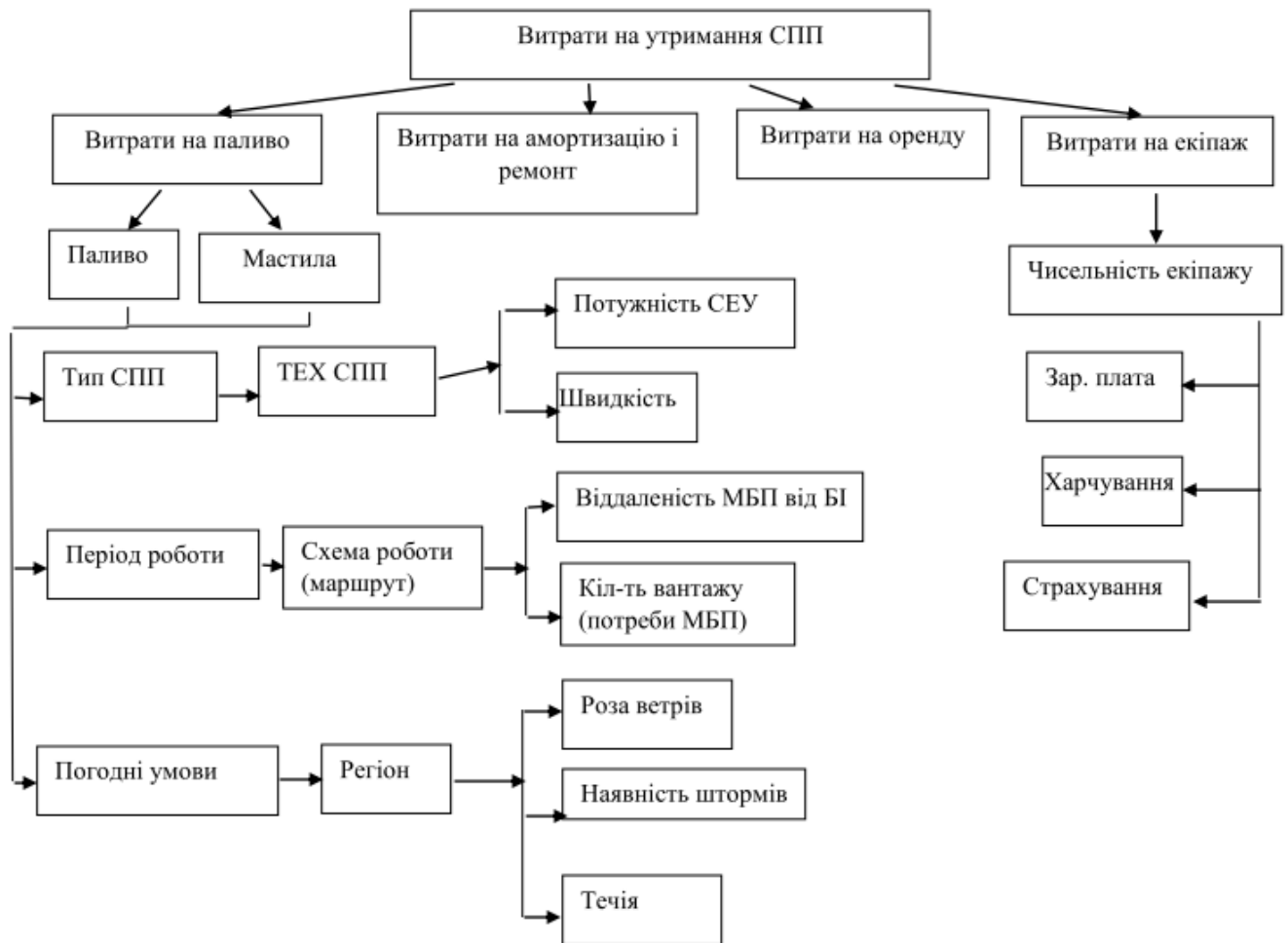


Рисунок 3.11 – Структура витрат по утриманню СПП

Під графіком обслуговування розуміється чітка ідентифікація того, що кожне конкретне судно в конкретний проміжок часу які види робіт виконує.

При цьому під зазначеним обслуговуванням розуміється постачання платформ необхідним обладнанням, будматеріалами, продуктами і т.д., а також прийом і доставка на берег несправного обладнання, порожньої тари і т.д. Зазначена задача може бути формалізована за використанням методів дослідження операцій і, зокрема, лінійного програмування.

Слід зазначити, що до цієї проблеми зверталися окремі дослідники, наприклад, [136-142], які пропонували різного типу моделі для планування роботи суден постачання при обслуговуванні платформ. Пропоновані підходи, зокрема, в

[136, 137, 140] враховували специфіку роботи конкретних компаній і два варіанти тривалості рейсів - 1 і 2 робочих дня. Таким чином, зазначені розробки орієнтовані на конкретну виробничу ситуацію.

Проте, існуючі розробки можуть бути вдосконалені шляхом врахування чинників, які не розглядалися в існуючих роботах. Це дозволить забезпечити результати (отримані в процесі оптимізації), які в більшій мірі відповідають реальній ситуації і умов експлуатації спеціалізованих суден постачання. А, отже, це забезпечить осіб, котрі приймають рішення більш достовірною інформацією.

Таким чином, метою даного дослідження є створення універсального інструменту (у вигляді моделі і супутніх їй методичних положень), що дозволяє обґрунтовувати структуру суден постачання морських бурових платформ і планувати роботу спеціалізованих суден.

У даній роботі в якості теоретичної бази використовувалися розробки [136], розвиток яких орієнтовано на досягнення поставленої мети дослідження.

Схематично завдання представлено на рис.3.12.

З безлічі доступних і придатних за характеристиками суден постачання повинен бути сформований флот, обслуговуючий морські бурові платформи, тобто бере участь в якості транспортної підсистеми в системі постачання платформ.

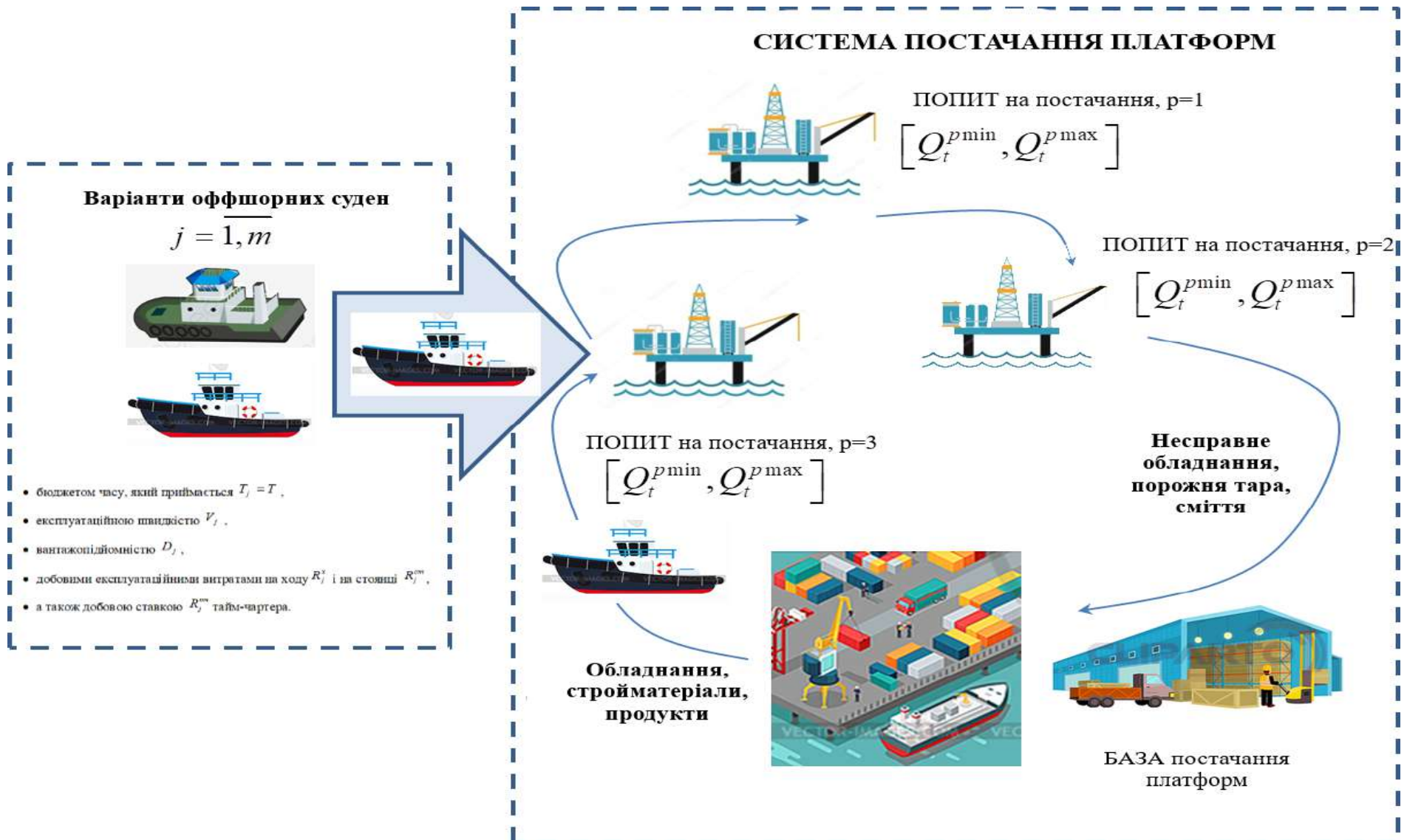


Рисунок 3.12 – Схема завдання обґрунтування структури флоту і формування плану роботи оффшорних суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ

В п. 3.2 було проаналізовано структуру і визначено специфіку параметрів різних варіантів маршрутів обходу суднами постачання морських бурових платформ (на прикладі трьох платформ). Кожен варіант принципово відрізняється:

- кількістю платформ, які «відвідуються» спеціалізованими суднами (тільки одна або більше);
- «напрямком» обслуговування - прийом (збір), постачання (розвезення) і змішаний варіант.

Розглядається період планування T , який розбивається на тимчасові періоди (наприклад, 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 / к базі. Позначимо дані види попиту в кожний виділений проміжок часу $t = \overline{1, T}$ відповідно Q_t^P , $Q_t'^P$.

При цьому будемо вважати, що дані величини вже враховують різноманітність вантажу з точки зору транспортної характеристики - питомо-навантажувального обсягу. Зокрема, дані питання розглянуті в [143-147].

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.

І нехай 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^{mch} тайм-чартера.

Відзначимо, що бюджет часу суден, введений в розгляд вище, не враховує «реальний» можливий час роботи суден, а лише відображає час, протягом якого судно знаходиться в розпорядженні судовласника або організації, яка обслуговує платформи (наприклад, добувної компанії). На практиці, офшорні судна можуть працювати тільки певну частину даного часу. Наприклад, в деяких компаніях (приклад представлений в [136]), неділя не є робочим днем і бази, відповідно, закриті, судна не працюють. Таким чином, фактично з тижневого бюджету часу судна працюють (або можуть потенційно працювати) 6 днів. При цьому важливим при плануванні є наявність змін і інших специфік роботи суден, що повинно знайти відображення в відкоректованому значенні бюджету часу суден, використовуваного, безпосередньо, для роботи.

Таким чином, 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 суден постачання 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 суден постачання платформ (див. п. 3.2):

$$t_j^i = t_{xj}^i + t_{cmj}^i. \quad (3.12)$$

При цьому витрати на виконання роботи по кожному варіанту $i = \overline{1, n}$ для кожного судна $j = \overline{1, m}$:

$$R_j^i = R_{xj}^i + R_{cmj}^i \quad (3.13)$$

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 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:

$$k_3 = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t'^p}{\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^p}, \quad (3.14)$$

де $\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^p$, $\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t'^p$ відповідно, обсяг попиту (сумарний) на перевезення вантажів від бази до платформ за період T , і від платформ (сумарно) до бази за цей же період.

Як правило,

$$\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t'^p < \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^p, \quad (3.15)$$

тобто обсяг попиту на перевезення від бази до платформ більше, ніж у зворотному напрямку. Це пояснюється специфікою роботи морських бурових платформ.

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.

Таким чином, 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:

$$A_i^p = \begin{cases} 1, p \in \Omega_i \\ 0, p \notin \Omega_i \end{cases}, \quad (3.16)$$

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

де Ω_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 суден постачання.

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:

$$\sum_{j=1}^m R_j^{m\tau} \cdot T \cdot v_j. \quad (3.17)$$

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 (3.17) приймає вигляд:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{m\tau} \cdot \tau \cdot v_j^t, \quad (3.18)$$

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

Такий підхід є виправданим при значній нерівномірності протягом планового періоду T обсягу транспортної роботи для спеціалізованих суден постачання. Наприклад, більш високий попит на перевезення може спостерігатися на початку і в кінці планованого проміжку часу (інтенсивне завезення обладнання і матеріалів - інтенсивний вивіз устаткування та матеріалів). 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 (тобто тим, чи працює конкретне судно по конкретному варіанту в кожен проміжок часу):

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i. \quad (3.19)$$

Таким чином, цільова функція має вигляд:

$$\sum_{j=1}^m R_j^{m\chi} \cdot T \cdot \nu_j + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i \longrightarrow \min \quad (3.20)$$

або

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{m\chi} \cdot \tau \cdot \nu_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i \longrightarrow \min \quad (3.21)$$

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:

$$\sum_{j=1}^m D_j \cdot \sum_{i=1}^n A_j^p \cdot x_{jt}^i \geq Q_t^p, t = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}. \quad (3.22)$$

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 (3.22) з урахуванням цілочисельності параметрів управління і практичної неможливості забезпечення чіткої відповідності між двома частинами нерівності (3.22). 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 ΔQ_t^p використовувати, наприклад, 5% від значення Q_t^p .

З урахуванням викладеного, (3.22) набуде вигляду (3.23):

$$Q_t^{p \min} \leq \sum_{j=1}^m D_j \cdot \sum_{i=1}^n A_j^p \cdot x_{jt}^i \leq Q_t^{p \max}, t = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}. \quad (3.23)$$

Завдяки використанню бінарного параметра A_i^p робота суден за варіантами стає порівнянн 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 :

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i \leq \left(\sum_{t=1}^T T_t^j \right) \cdot v_j, j = \overline{1, m}, \quad (3.24)$$

для варіанту оренди суден на весь планований термін, або

$$\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i \leq T_t^j \cdot v_j^t, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (3.25)$$

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

В (3.24) $\sum_{t=1}^T T_t^j \cdot v_j$ 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 (3.25), 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

$$\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i < \tau, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}.$$

Ще один важливий аспект часових параметрів в даній системі. Робота суден постачання здійснюється в різних погодних умовах, і значна кількість чинників впливають на фактичну тривалість рейсів і виникнення відхилень в їх графіку роботи (наприклад, див. [148-152]).

При цьому для спеціалізованих суден постачання погодні умови є найбільш значущими і мають найбільший вплив (наприклад, погодні умови вкрай важливі з точки зору підходу до платформи, наприклад, в період сильних хвиль). Зокрема, в деяких джерелах ([151-156]) вказується, що при певних погодних умовах час рейсу СПП збільшується до 25%, а при висоті хвилі 4,5 м і більше СПП знаходяться в режимі очікування швартових операцій біля платформ.

Тому виникає основний фактор ризику при обслуговуванні платформ - погодні умови, які не дозволяють працювати суднам постачання. Врахувати даний фактор досить складно, так як, не дивлячись на повторювані погодні цикли в певному районі, неможливо з великою вірогідністю прогнозувати ті чи інші погодні умови. Тому в будь-якому випадку, отримані в результаті рішення, в процесі роботи суден повинні бути відкориговані з урахуванням актуальної інформації про погодні умови.

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 $t = \overline{t_1, t_2}, t = \overline{t_3, t_4}$ в рамках яких з значною вірогідністю очікується несприятлива для роботи СПП 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 варійованим від 10% до 25%.

Наприклад,

$$t_j^i = \begin{cases} t_j^i, t = \overline{1, t_1 - 1, t_2 + 1, t_3 - 1, t_4 + 1, T}; \\ 1,1 \cdot t_j^i, t = \overline{t_1, t_2}; \\ 1,25 \cdot t_j^i, t = \overline{t_3, t_4}. \end{cases} \quad (3.26)$$

Згідно (3.26) 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 обліку несприятливого впливу погодних умов при плануванні роботи СПП пропонується (рис. 3.13):

- 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.

Відзначимо, що на рис. 3.13. виділені ситуації, при яких збільшується час стоянки за рахунок більш тривалих швартових операцій у платформи, а також зменшується швидкість суден на 2 або 3 вузли (км/год). При цьому при висоті хвиль понад 4,5 м судна постачання можуть здійснювати перехід, але не можуть пришвартовуватися до платформ до тих пір, поки висота хвилі не стане менше. У цих ситуаціях час стоянки збільшується на невизначену величину.

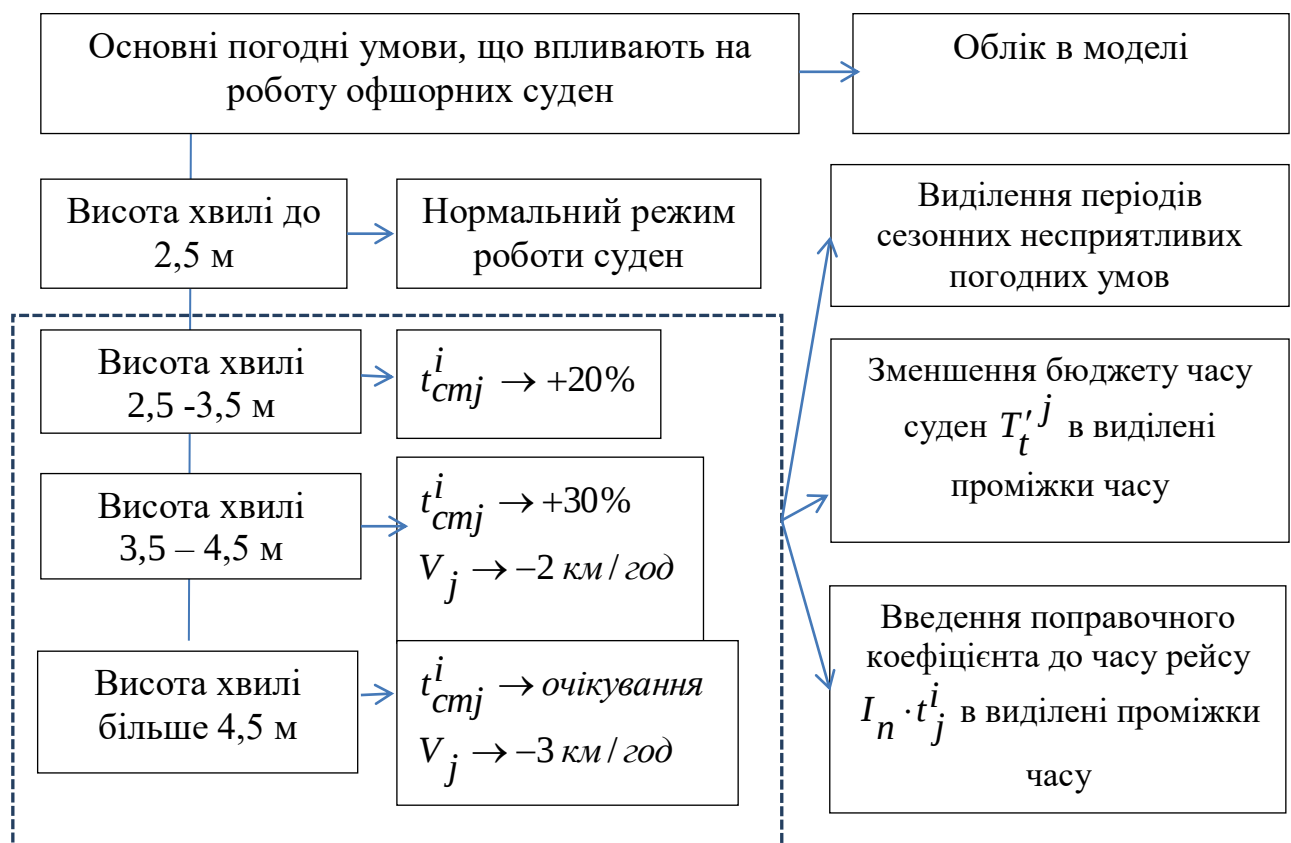


Рисунок 3.13 - Пропонований підхід до врахування можливого негативного впливу погодних умов на роботу суден постачання при обслуговуванні платформ

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 (3.20), (3.21) 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:

$$\nu_j \leq N_j, j = \overline{1, m}. \quad (3.27)$$

Обмеження на можливі значення параметрів управління:

$$\nu_j \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m} \quad (3.28)$$

або

$$\nu_j^t \in Z^+ \cup 0, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (3.29)$$

$$x_{jt}^i \in Z^+ \cup 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}. \quad (3.30)$$

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

1) модель формується з (3.20), (3.23), (3.24), (3.27), (3.28), (3.30) - для варіанта довгострокової тайм-чартерної оренди суден (на весь плановий період T);

2) модель формується з (3.21), (3.23), (3.25), (3.27), (3.29), (3.30) - для варіанту тайм-чартерної оренди суден в рамках кожного виділеного проміжку часу $t = \overline{1, T}$ планового періоду.

Відзначимо, що в існуючих розробках у вигляді моделей з даної проблеми поняття «ефективність» роботи суден постачання практично відсутня, апріорі приймається, що мінімізація витрат і забезпечує ефективність їх роботи. Для видобувної компанії ці витрати відносяться до виробничих витрат і, відповідно, чим вони менші, тим вище підсумковий прибуток.

Проте, забезпечення мінімізації витрат в рамках моделі може не забезпечувати «реальну» їх мінімізацію. Наприклад, в результаті розрахунків може вийти, що фактичний час роботи орендованого судна на період t , набагато менше його бюджету часу в даний період. Тобто провізна здатність судна використовується нераціонально.

Тому отримане рішення по кожній з моделі повинно бути проаналізовано з точки зору ефективності експлуатації кожного судна. Для цього можуть бути співставлені часові показники (як у наведеному прикладі):

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i}{\tau} \geq \gamma, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (3.31)$$

для

$$\sum_{i=1}^n t_j^i \cdot x_{jt}^i > 0, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, T}, \quad (3.32)$$

де $0 < \gamma < 1$ - коефіцієнт, який відображає допустиму межу використання бюджету часу орендованих суден і задається особою, яка приймає рішення (згідно зі статистикою експлуатації подібних суден в подібних умовах). Наприклад, $\gamma = 0,75$ означає, що судна, які використовуються на забезпеченні постачання платформ менш, ніж 75% свого бюджету часу, визнаються як неефективно використовувані.

Умова (3.31) забезпечує «раціональне» використання бюджету часу орендованого судна, що визначається більше нуля значенням сумарного часу його роботи в аналізованому періоді (умова (3.32)).

Якщо при перевірці виникнуть ситуації, коли умова (3.31) не виконується, то вихідні дані повинні бути відкориговані з урахуванням результатів аналізу отриманого рішення. Наприклад, тривалість деяких часових періодів може бути встановлена менша, ніж значення τ , що задається спочатку. Можуть бути переглянуті самі судна і замінені суднами з іншими характеристиками, перш за все вантажопідйомністю.

Таким чином, як будь-який результат оптимізації, результат, отриманий за пропонованими моделями, вимагає аналізу з метою його коректування, якщо це необхідно.

Відповідно до викладеного, під ефективністю експлуатації спеціалізованих суден постачання з обслуговування морських бурових платформ будемо розуміти забезпечення мінімізації транспортних витрат при виконанні умов по використанню бюджету часу суден (3.31).

Підводячи підсумок, сформуємо схему, яка відображає склад і взаємозв'язок інформаційних блоків і операцій в процесі обґрунтування структури і формування плану роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ (рис. 3.14).

Підсумком оптимізації на базі запропонованої моделі (в двох варіантах) є: склад флоту і варіанти роботи суден (обходу платформ) в кожен проміжок часу. Модель пов'язує воєдино судна, варіанти обходу платформ і «календар» транспортного забезпечення. Врахування специфіки впливу погодних умов на роботу суден постачання в рамках моделі забезпечує відповідність отриманих результатів реальним умовам їх роботи.

3.4 Прикладні аспекти щодо формування структури флоту і плану роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ

Засновуючись на теоретичних положеннях, наведених в п. 2.2, рис. 2.6 та п. 3.2 – 3.3, були проведені експериментально-розрахункові дослідження щодо формування структури і плану роботи суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ.

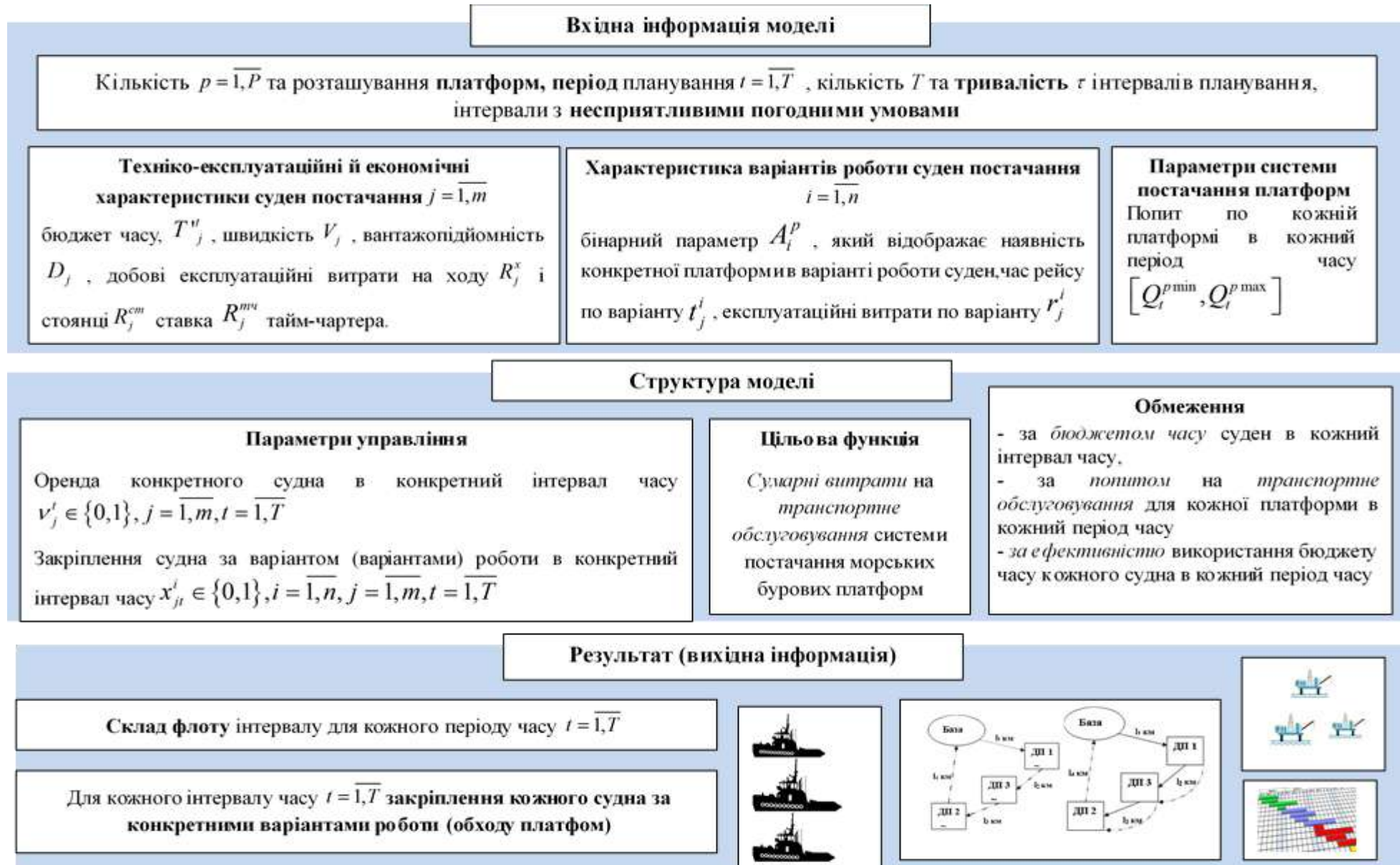


Рисунок 3.14 - Склад і взаємозв'язок інформаційних блоків і структури моделі

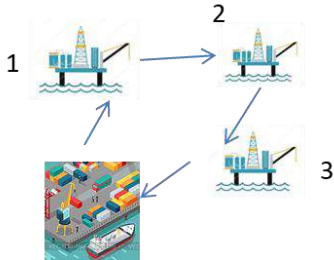
Для їх ілюстрації нижче наведений приклад, що характеризує вихідні умови, які відображають роботу спеціалізованих суден. Характеристика альтернативних варіантів суден постачання $m=3, j=\overline{1,3}$ наведена в табл. Г.1 Додатку Г.

Експериментальні розрахунки проведемо для трьох видобувних платформ. Таким чином, $P=3, p=\overline{1,3}$. С урахуванням того, що на практиці обслуговування платформ найчастіше задіяні збірно-розвізні варіанти, то далі розглядаємо саме таку сутність варіантів. За структурою, варіанти роботи (обходу платформ) включають в себе 3, 2 і по одній платформі (табл. 3.2), а також враховують, що спеціалізоване судно постачання повинно повернутися на базу берегової інфраструктури.

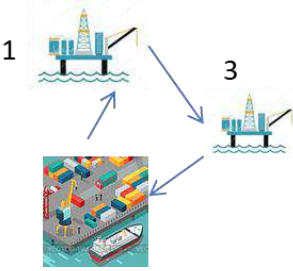
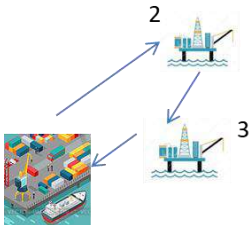
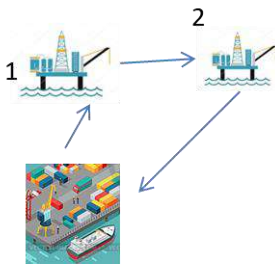
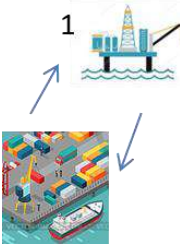
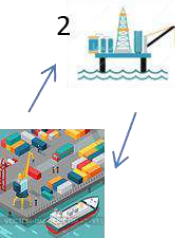
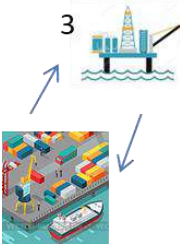
Ця умова може бути забезпечена вимогою цілочисельності, що накладається на параметр управління. Загальна кількість варіантів обходу платформ $n=7, i=\overline{1,7}$. У цій же таблиці наведемо значення бінарного параметра A_i^p , що відображає участь тієї чи іншої платформи в даному варіанті маршруту обходу платформ.

Час планування роботи спеціалізованих суден постачання - 6 місяців. В якості часових періодів планування прийmemo $\tau=1$ місяць, 30 діб, відповідно, $T=6, t=\overline{1,6}$.

Таблиця 3.2 - Характеристика варіантів роботи офшорних суден

Номер варіанта	Суть варіанта	A_i^p
$i=1$		$A_1^1 = 1$ $A_1^2 = 1$ $A_1^3 = 1$

Продовження табл. 3.2

Номер варіанта	Суть варіанта	A_i^p
$i=2$		$A_1^1 = 1$ $A_1^2 = 0$ $A_1^3 = 1$
$i=3$		$A_1^1 = 0$ $A_1^2 = 1$ $A_1^3 = 1$
$i=4$		$A_1^1 = 1$ $A_1^2 = 1$ $A_1^3 = 0$
$i=5$		$A_1^1 = 1$ $A_1^2 = 0$ $A_1^3 = 0$
$i=6$		$A_1^1 = 0$ $A_1^2 = 1$ $A_1^3 = 0$
$i=7$		$A_1^1 = 0$ $A_1^2 = 0$ $A_1^3 = 1$

Для кожного з варіантів на основі формул (3.12) та (3.13) були встановлені параметри роботи розглянутих суден. А саме час рейсу, його структура та витрати по варіантам роботи. Отримані результати представлені в табл. Г.2, Г.3, Г.4 Додатку Г відповідно.

Відзначимо, що ходовий час рейсу для всіх суден однаковий через рівності експлуатаційної швидкості. Бюджет фактичного часу T_t^j приймемо для всіх суден однаковим, $T_t^j = 28, j = \overline{1,3}, t = \overline{1,6}$ діб.

Аналіз роботи суден постачання дозволив встановити попит на обслуговування морських бурових платформ в різні періоди часу. Для експериментальних розрахунків приймемо, що попит на обслуговування платформ має два варіанти - один для $t = 1,2,6$ (див. табл. Г.5 Додатку Г) і інше для $t = 3,4,5$ (див. табл. Г.6 Додатку Г).

Таким чином, сформовані всі вихідні дані для моделі. Відзначимо, що відповідно до схеми експериментальних досліджень, на першому етапі вплив погодних умов не враховується.

Оскільки Математична модель (див. п. 3.3 формули (3.20), (3.21)) відноситься до класу лінійного цілочисельного програмування, вона потребує координатної форми запису. Її структура наведена в Додатку Г.

Експериментальні дослідження проводилися на базі програмного забезпечення Excel за допомогою Пошук рішення.

Ілюстрація етапів рішення представлена на рис. Г.1-Г.3 Додатку Г. Зокрема, в результаті оптимізації отримана наступна структура флоту і його розподілу за варіантами роботи (табл. Г.7 Додатку Г).

Аналіз рішення дозволяє зробити наступні висновки:

1) в періоди часу $t = 1,2,6$, тобто періоди з більш високим попитом на забезпечення платформ, слід орендувати в тайм-чартер і використовувати 2 буксира;

2) в періоди часу $t = 3,4,5$, тобто в періоди більш низького попиту, досить використовувати один буксир;

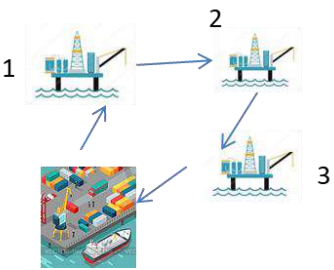
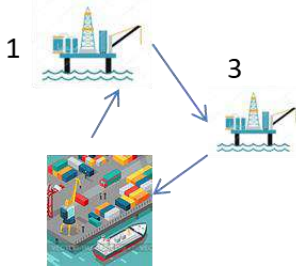
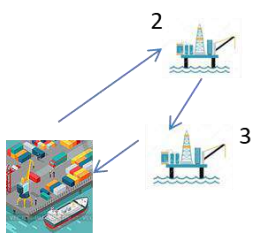
3) з розглянутих 7 варіантів роботи суден (обходу платформ), оптимальними є наступні варіанти (табл. 3.3);

4) перший тип спеціалізованого судна працює за другим і третім варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 1,2,6$ та виконує 3,7,7 рейсів за другим варіантом і 16,16,16 рейсів за третім варіантом відповідно періодам часу;

5) другий тип спеціалізованого судна працює за першим і другим варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 2,6$ та виконує 12,12 рейсів за першим варіантом і 2,2 рейсів за другим варіантом відповідно періодам часу;

6) третій тип спеціалізованого судна працює за трьома варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 1,3,4,5$ та виконує 9,7,7,7 рейсів за першим варіантом, 4,2,2,2 рейсів за другим варіантом і 4,4,4 рейсів за третім варіантом відповідно періодам часу.

Таблиця 3.3 – Оптимальні варіанти роботи суден

Номер варіанта	Суть варіанта
$i=1$	
$i=2$	
$i=3$	

Значення цільової функції становить 424 845 дол. США, таким чином, усереднені витрати на доставку 1 т вантажів в цілому по системі поставок становлять:

$$R_1 = 424845 / 155000 = 2,74 \text{ дол. США/т,}$$

де сумарна кількість всіх вантажів, що перевозяться (по мінімальній межі) становить:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P Q_t^{p \max} = 155000, \text{ т.}$$

Сумарні витрати

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{m_t} \cdot \tau \cdot v_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i = 424845, \text{ дол. США.}$$

Відповідно до (3.31) була проведена оцінка економічної доцільності отриманого оптимального варіанту забезпечення морських бурових платформ (див. табл. Г.8 Додатку Г). Результати оцінки показують, що практично для всіх суден і всіх часових періодів використання бюджету часу 92-100%, що є дуже високим показником. Тому можна вважати, що отримане рішення є економічно доцільним.

Відзначимо, що проводяться на першому етапі експериментальні розрахунки не враховували можливий негативний вплив погодних умов. І, при практично повністю використовуваному бюджеті часу суден, в разі виникнення несприятливих погодних умов відсутня практична можливість даними кількістю і складом флоту виконати всі умови поставок.

Відповідно до пропонованого підходу до обліку негативного впливу погодних умов, нехай час рейсів в середньому збільшується на 10%, тобто поправочний коефіцієнт $I_n = 1,1$. Відповідні значення вихідних даних, а саме часу рейсу, його структури за варіантами з урахуванням поправочного коефіцієнта до ходового і стоянкового часу та витрат з урахуванням збільшення часу рейсу наведено в табл. Г.9-Г.11 Додатку Г відповідно.

Отримане рішення, з урахуванням негативного впливу погодних умов, представлено в табл. Г.12 Додатку Г.

Аналіз рішення дозволяє зробити наступні висновки:

- 1) в періоди часу $t = 1,2,6$, тобто періоди з більш високим попитом на забезпечення платформ, як і раніше, слід орендувати в тайм-чартер і використовувати 2 буксира;
- 2) в періоди часу $t = 3,4,5$ число необхідних суден збільшилася до 2-х, що збільшило усереднені витрати на доставку 1 т вантажу;
- 3) з розглянутих 7 варіантів роботи суден (обходу платформ), оптимальними залишаються перші три варіанти (див. табл. 3.3);
- 4) перший тип спеціалізованого судна працює за трьома варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 3,4,5$ та виконує 13,13,13 рейсів за першим варіантом, 3,3,3 за другим варіантом і 6,6,6 рейсів за третім варіантом відповідно періодам часу;
- 5) другий тип спеціалізованого судна працює за другим і третім варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 1,2,6$ та виконує 4,4,4 рейсів за другим варіантом і 12,12,12 рейсів за третім варіантом відповідно періодам часу;
- 6) третій тип спеціалізованого судна працює за першим і другим варіантами обходу платформ в періоди часу $t = 1,2,6$ та виконує 9,9,9 рейсів за першим варіантом і 2,2,2 рейсів за другим варіантом відповідно періодам часу.

Значення цільової функції становить 512 734 дол. США, таким чином, усереднені витрати на доставку 1 т вантажів в цілому по системі поставок становлять:

$$R_1 = 512734 / 155000 = 3,31 \text{ дол. США/т,}$$

сумарні витрати

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_j^{mch} \cdot \tau \cdot v_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_j^i \cdot x_{jt}^i = 512734 \text{ дол. США.}$$

Аналогічно викладеного раніше, було проведено аналіз ефективності використання бюджету часу суден (див. табл. Г.13 Додатку Г).

Таким чином, збільшення тривалості рейсів під впливом погодних умов обґрунтувало необхідність використання додаткових суден, але в цілому, ефективність використання бюджету часу суден як і раніше залишається високою (від 70-100 %%).

Відзначимо, що згідно з прийнятим вихідними даними оптимальними з'явилися варіанти роботи 1,2,3, що передбачають обхід 2 і 3 платформ. Проаналізуємо, як впливає відстань від бази до платформ на оптимальні варіанти роботи.

Як коментар до цієї частини експериментальних досліджень, зазначимо таке - основним критерієм при виборі того чи іншого варіанта роботи суден (обходу платформ) є вартість виконання транспортної роботи. Дана величина є інтегральною (см.п.п.3.2) і однією зі складових є експлуатаційні витрати, які залежать від часу рейсів. У свою чергу, час рейсу (при фіксованих характеристиках офшорних суден) визначається відстанню по маршрутам, однією зі складових якого є відстань між базою і платформами.

Проаналізуємо вплив відстані на перевагу того чи іншого варіанта роботи суден (маршрутів обходу платформ). У процесі експериментальних досліджень здійснювалося варіювання дальністю бази на величину в проміжку 25-90 км як в сторону зменшення, так і в бік збільшення.

Висновки, які були зроблені:

1) при збільшенні дальності бази оптимальними як і раніше залишалися варіанти 1,2,3;

2) при зменшенні відстані до бази на 50 км в структурі рейсів значна частина належить варіантам обходу платформ по одній (5,6,7) - табл. Г.14 Додатку Г;

3) при зменшенні відстані до бази на 90 км (від початкового місця розташування) оптимальними є тільки варіанти обходу по одній платформі (5,6,7) - табл.Г.15 Додатку Г.

Таким чином, модель фактично відображає перевагу коротких варіантів обходу (по одній платформі) при відносній близькості бази від платформ (див.

рис. 3.15-3.16) і довших (по 2 або 3 платформи) при відносній віддаленості бази від платформ.

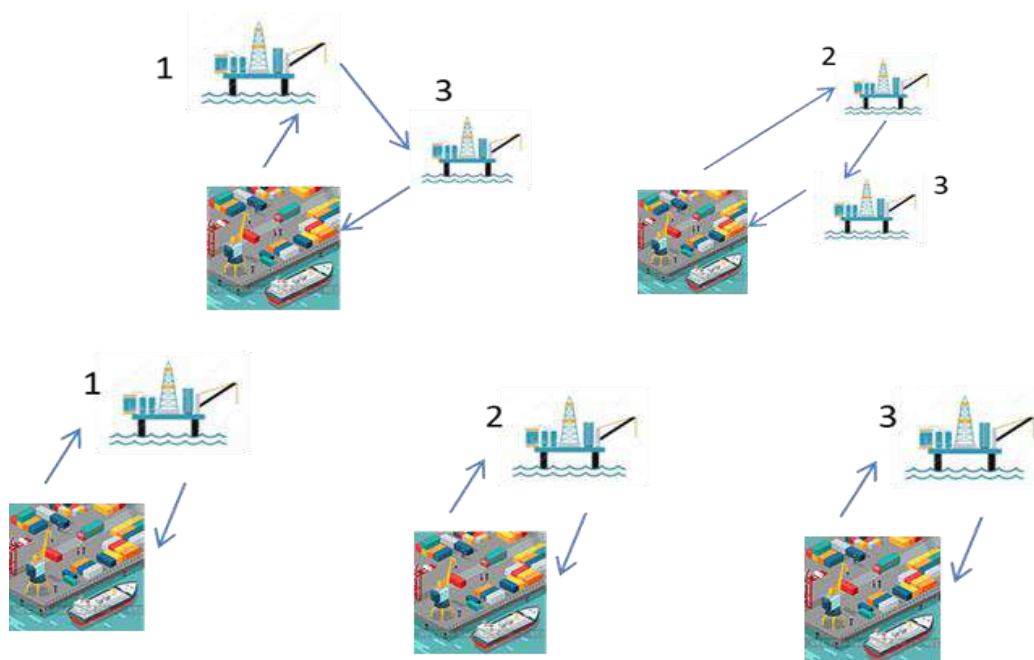


Рисунок 3.15 - Оптимальний склад варіантів роботи суден при зменшенні відстані до бази на 50 км

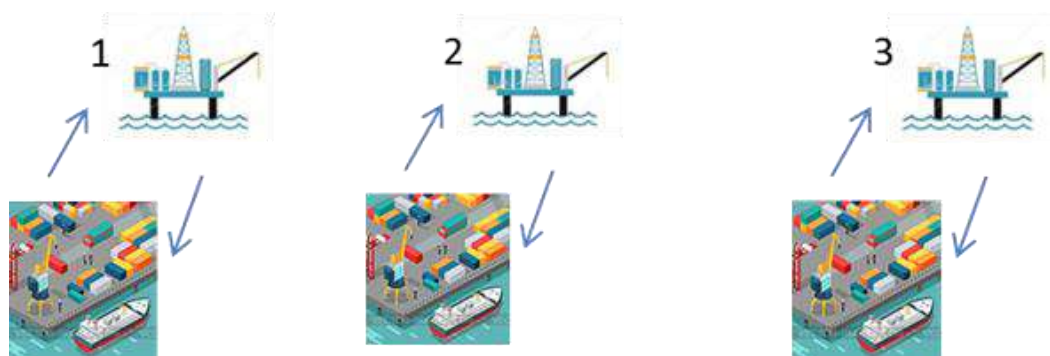


Рисунок 3.16 - Оптимальний склад варіантів роботи суден при зменшенні відстані до бази на 90 км

Таким чином, достовірність удосконаленої моделі та її придатність для вирішення практичних завдань підтверджена експериментальними розрахунками.

Висновки по розділу 3

Відповідно до викладеного в розділі були:

- охарактеризовані судна постачання, що задіяні в процесі обслуговування морських бурових платформ. Наведені характеристики спеціалізованих суден, що обслуговують нафтові платформи, дозволили визначити експлуатаційне призначення спеціалізованих суден постачання видобувних платформ (СПП);
- визначені основні процеси та види операцій, які виконують судна постачання при обслуговуванні морських бурових платформ. Виконаний аналіз функцій та видів операцій, що виконують судна постачання видобувних платформ, дозволив визначити особливості експлуатації СПП та недоліки в організації їх роботи. Особливості полягають в тому, що формування маршруту роботи СПП корелюється відповідно до формування маршрутів автомобільного транспорту;
- встановлена принципова відмінність умов експлуатації спеціалізованих суден від роботи звичайних морських транспортних суден. Недоліки в організації експлуатації СПП, полягають в тому, що 40% часу рейсу припадає на рух суден, та 60% на стоянку під завантажувально-розвантажувальними операціями;
- визначені основні обмеження та фактори, що впливають на формування маршруту роботи суден постачання морських бурових платформ;
- в якості критерію для вибору маршруту роботи спеціалізованих суден постачання при обслуговуванні морських бурових платформ було визначено показник собівартості перевезень вантажів за добу. Це допомогло сформулювати основні положення по удосконаленню організації експлуатації СПП та сформувати варіанти маршрутів роботи суден постачання;
- розроблені 39 варіанти маршруту роботи суден постачання при обслуговуванні МБП;

- удосконалено математичну модель обґрунтування структури флоту і формування плану роботи спеціалізованих суден постачання під час обслуговування морських бурових платформ, враховуючи бюджет часу в кожному інтервалі часу, нерівномірність завантаження суден постачання у напрямках від / до бази та несприятливих погодних умов регіону.

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 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.

Для більшої кількості платформ були проведені експериментальні розрахунки математичної моделі, які дозволили підтвердити достовірність удосконаленої моделі та її придатність для вирішення практичних завдань, що було впроваджено в виробничу діяльність (див. Додаток Д-3).

Окремі результати розділу:

- знайшли відображення в матеріалах кафедральних науково-дослідницьких тем ОНМУ (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);

- опубліковано в роботах [5, 8, 10-11, 15-16, 27]

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 кожний період часу, ефективність використання бюджету часу кожного судна в кожний 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мінеральні ресурси України: щорічник. - Київ: ДНВП «Геоінформ України», 2017. - 268 с.
2. Госкомпания заявила о выгоде добычи газа на шельфе Черного моря // Новое время. Бизнес. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://biz.nv.ua/economics/goskompanija-zajavila-o-nevygodnosti-dobyvat-gaza-na-shelfe-chernogo-morja-2200235.html> (дата звернення 14.11.2017).
3. Украина нашла крупное месторождение газа в Черном море // Украина.ру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukraina.ru/news/20161213/1017997667.html> (дата звернення 13.12.2016).
4. Вяхирев Р. И., Никитин Б. А., Мирзоев Д. А. Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений. - Москва: Изд. Академии горных наук, 1999. - 373 с.
5. Шибасєв О.Г. Класифікація технічних засобів, що забезпечують процес видобутку і транспортування вуглеводнів в шельфах Чорного та Азовського морів / О.Г. Шибасєв, О.В. Акімова, О.А. Кравченко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2017. № 4 (234). – С. 119-125. – ISSN 1998-7927.
6. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 р.: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430–р. Офіційний вісник України. 2018 р., № 52. - 533 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80> (дата звернення 03.12.2017).
7. Енергетична стратегія України на період до 2030 р.: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071. - 166 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13> (дата звернення 05.10.2016).

8. Akimova O., Kravchenko A. Development of the methodology of the choice of the route of work of platform supply vessels in the shelf of the seas // 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: 10.15587/2312-8372.2018.146322.

9. Кравченко О.А. Метод оцінки обсягів малих розливів нафти та нафтопродуктів в морських портах / О.А. Кравченко // Вісник ОНМУ: 36. наук. пр. – Одеса: ОНМУ, 2018. – Вип. 4(57) - С. 167-177. - ISSN 2226-1893.

10. Akimova O., Kravchenko A. Development of a method for selecting a way of raw material transportation from the offshore drilling platform to the onshore infrastructure // 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.

11. 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.

12. 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.: Шибасєв 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.

13. Кравченко О.А. Аналіз динаміки видобутку нафти в Світі // Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства: монографія / [авт.кол.: Шибасєв 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.

14. 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.: Шибасєв 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.

15. 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.: Шибасєв 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.

16. 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.: Шибасєв 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.

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

18. Шибасєв О.Г. Перспективы импорта нефти в Украину танкерным флотом / А.Г. Шибасєв, О.В. Акімова, А.А. Кравченко // Сб. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Акімова О.В. Перспективи судостроєння нафтеналивного флота України / 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: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля [та ін.]. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2014. – С. 132-134.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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 2017р. – Сєверодонецьк: вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. – С. 125-126.

28. 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.

29. 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>

30. Кравченко О.А. Дослідження впливу обсягів морського видобутку нафти і газу на ринок офшорного флоту / О.А. Кравченко // Транспорт і логістика: проблеми та рішення: Збірник 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. – ISBN 978-617-7414-37-6.

31. 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.

32. BP Statistical Review Of World Energy 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_de/PDFs/brochures/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf (дата звернення 26.03.2017).

33. Нефть и газ российского шельфа: оценки и прогнозы. Журнал Наука и жизнь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nkj.ru/archive/articles/6334/> (дата звернення 28.03.2017).

34. BP Statistical Review Of World Energy 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/es_es/spain/documents/downloads/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf (дата звернення 26.03.2017).

35. BP Statistical Review Of World Energy 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://oilproduction.net/files/especial-BP/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> (дата звернення 29.03.2017).

36. BP Statistical Review Of World Energy 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf (дата звернення 28.03.2017).

37. BP Statistical Review Of World Energy 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> (дата звернення 20.02.2018).

38. Pinder, D. (2001). Offshore oil and gas: global resource knowledge and technological change. *Ocean & Coastal Management*, 44(9-10), 579-600. – DOI: 10.1016/S0964-5691(01)00070-9.

39. На шельфі Чорного моря знайшли великі запаси газу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epravda.com.ua/news/2016/12/13/614213> (дата звернення 21.08.2016).

40. Добыча на шельфе. Международный опыт для Черноморского и Азовского морей «прорывов» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://old.flot2017.com/item/analitics/16326> (дата звернення 12.08.2017).

41. Мастобаев Ю. Б. Становление и развитие технологий и технических средств добычи и химической переработки продукции скважин морских месторождений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 07.00.10; 02.00.13 / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. Уфа, 2005. - 26 с.

42. Clarkson Research Services, *Shipping Review & Outlook*, Spring 2015.” *Clarkson Research Services Limited CRSL*, Apr. 2015, www.crsi.com/. (дата звернення 17.10.2015).

43. *Westwood Global Energy Group*, Apr. 2015, www.slideshare.net/DouglasWestwood/world-deepwater-market-forecast-2015-2019-leafletcontents (дата звернення 22.10.2015).

44. Динаміка ціни на нафту марки «Брент». Інститут енергетичної стратегії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.energystrategy.ru/projects/Oil/January_2019.pdf (дата звернення 17.06.2019).

45. Динаміка ціни на газ в США, на імпорт LNG в Японії і Німеччині. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Henry_Hub#/media/File:Gas_prices.svg (дата звернення 11.05.2019)

46. Kopits, S. (2011). *Global Offshore Prospects SUT presentation*. Houston, Texas.

47. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти //М.: ИКИ. – 2004. – Т. 608. – С. 42.

48. Buckley, S., & Leverett, M. (1942). Mechanism of Fluid Displacement in Sands. *Transactions of the AIME*, 146(01), 107–116. DOI: 10.2118/942107-g.

49. Азиз Х. Математическое моделирование пластовых систем [Электронный ресурс]/ Азиз Х., Сеттари Э. - Электрон. текстовые данные.- Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2004. - 411 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17636.html>.— ЭБС «IPRbooks». (дата звернения 15.04.2017).

50. Ажеганова Н.Ю. Проектное обоснование транспортно-технологической системы доставки нефти из Тимано-Печорской провинции на перспективу до 2025 года: дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03 / СПбГМТУ. - СПб, 2004. - 235 с.

51. Логачев С.И., Чугунов В.В. Мировое судостроение. - СПб, Судостроение, 2000. - 56 с.

52. Ногид Л.М. Определение элементов проектируемого судна // Проектирование морских судов. Ч.1. – Л.: Судостроение, 1964. – 359 с.

53. Руденко М.С. Разработка методического аппарата по выбору наиболее эффективного варианта транспортировки экспортной нефти с шельфа Баренцева и Печорского морей на примере Приразломного нефтяного месторождения: дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03: - СПб., 2005. - 238 с. РГБ ОД, 61:05-5/3740.

54. Лисагор О.И. Исследование и разработка методики проектирования морского поисково разведочного комплекса: дис. ... канд. техн. наук. - Л.: ЛКИ, 1981. - 299 с.

55. Лисагор О.И., Семенов Ю.Н. Особенности эксплуатации и проектирования судов обслуживания плавучих буровых установок // Судостроение за рубежом. 1981. № 9.

56. Горигледжан А.Е. Разработка методики оптимизации состава комплекса средств транспортного обслуживания морских нефтегазовых месторождений: дис. ... канд. техн. наук. - Л: ЛКИ, 1990. - 148 с.

57. Аполлинариев В.И. Оптимизация характеристик промыслового судна на базе имитационного моделирования // Судостроение. 1990. №3. - С. 12-14.

58. Логачев С.И. Выбор оптимальных грузоподъемностей и скоростей хода рефрижераторных траулеров // Рыбное хозяйство. 1964. №8. - С. 47-49.

59. Логачев С.И. Выбор оптимальных грузоподъемностей и скоростей хода рефрижераторных траулеров при экспедиционном лове рыбы // Рыбное хозяйство. 1964. №9. - С. 36-39.

60. Бугаев В.Г. Методология проектирования региональных морских транспортных комплексов: дис. ... д-ра техн. наук / Дальневосточный политехнический институт им. В.В. Куйбышева. - Владивосток, 1992. - 275 с.

61. Зимин А.Д. Возможные концепции освоения газовых месторождений шельфа полуострова Ямал / А.Д. Зимин, В.В. Минин, О.П. Орлов // Труды RAO/CIS OFFSHORE, 2007. - 139 с.

62. Моисеева Н.К. Функционально-стоимостной анализ в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987. - 318 с.

63. Семенов Ю.Н. Выбор состава комплексов технических средств разведки и освоения Мирового океана как сложной системы / Ю.Н. Семенов, И.В. Челпанов // Проектирование судов. – Л: Труды ЛКИ, 1979. - С. 90-93.

64. Сидорченко В.Ф. Морские буксиры и их операции. – Л: Судостроение, 1986. - 240 с.

65. Сидорченко В.Ф. Суда спасатели и их служба. – Л: Судостроение, 1983. - 240 с.

66. Симанов Г.В., Шхинтек К.Н. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе. - Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

67. Кириллова Е.В. Обоснование маршрута работы судна с учётом динамики развития процесса перевозки / Е.В. Кириллова // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2006. - Вип. 20. - С. 130-149.

68. Нагорний Є.В., Дорохов О.В. Маршрутизація партійних перевезень та її комп'ютерна реалізація / Є.В. Нагорний, О.В. Дорохов // Автомобильный транспорт: Сб. научн. тр. Вып.10. – Харьков, 2002. – С. 21-23.

69. Шептура А.Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов при переменном спросе на перевозки: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / ХНАДУ. – Харьков, 2004. – 158 с.

70. Нефедов Н.А. Относительная эффективность развозочных маршрутов / Н.А. Нефедов // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. Вып.10. – Харьков, 2002. – С. 82-84.

71. Вассерман А.А. Совершенствование хранения и регазификации сжиженных газов при их морской доставке / А.А. Вассерман, Т.А. Шутенко // Технические газы: Научно-технический и производственный журнал - Одесса: СИГМА №3, 2012. - С. 24-28.

72. Вассерман А.А. Способ морской перевозки сжиженных газов без реконденсации / А.А. Вассерман, А.Г. Слынько // Технические газы: Научно-технический и производственный журнал - Одесса: СИГМА, №1, 2014. - С. 48-51.

73. Вассерман А.А. Анализ способов морской перевозки газов / А.А. Вассерман, Г.А. Лавренченко // Технические газы: Научно-технический и производственный журнал - Одесса: СИГМА, №2, 2014. - С. 57-64.

74. Шибаев А.Г. Подготовка и обоснование решений по управлению перевозками и работой флота морской судоходной компании: монография / А.Г. Шибаев. – Одесса: ХОРС, 1998. – 208 с.

75. Кириллова Е.В. Обоснование оптимального количества грузов в загрузке судна / Е.В. Кириллова // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2006. – Вип. 11. – С. 142-153.

76. Судник Н.В. Оптимизация использования фрахтового ресурса для формирования национального флота / Н.В. Судник, С.П. Онищенко, С.И Рылов // Scientific Journal «ScienceRise», 2015. – Т.4, №. 3(9). – С. 10-14. - ISSN 2313-8416 (Online), - ISSN 2313-6286 (Print). - DOI: 10.15587/2313-8416.2015.40773.

77. Воевудский Е.Н. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом / Е.Н. Воевудский, Н.А. Коневцева, Г.С. Махуренко, И.П.Тарасова. – М.: Транспорт, 1988. –384 с.

78. Захаров И.Г. Обоснование выбора. Теория практики. – СПб.: Судостроение, 2006. - 528 с.
79. Краев В.И. Экономические обоснования при проектировании морских судов. – Л: Судостроение, 1981. - 280 с.
80. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем. - СПб.: НИЦ «МОРИНТЕХ», 2001. - 432 с.
81. Макеев Г.А. Определение необходимого и достаточного количества судов обслуживающего морские буровые установки флота / Г.А. Макеев // «Морской Вестник». – СПб., 2008. №1 (25) - С. 39-42.
82. Макеев Г.А. Расчет эксплуатационных расходов флота судов, обслуживающих морские буровые установки / Г.А. Макеев // «Морской Вестник».- СПб., 2008. №2 (26) - С. 111-114.
83. Панарин П.Я. Управление работой морского флота. – Одесса: ОГМУ, 2001. – 213 с.
84. Организация и планирование работы морского флота // Под ред. А.А. Союзова. – М.: Транспорт, 1979. – 416 с.
85. Мирзоев Фуад Дилижан огли. Методы выбора рационального варианта нефтегазопромысловых платформ для освоения шельфа: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.18 / Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ. – Москва, 2003. – 113 с.
86. Ермаков А.И. Оптимальное проектирование морских нефтегазовых сооружений: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.15.12 / Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2000. – 35 с.
87. Дворянинова Н.Е. Развитие технологий и технических средств для добычи нефти и газа на морских шельфах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 07.00.10 / Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2008. – 26 с.

88. Дьячков М.С. Оценка экономической эффективности форм привлечения инвестиций в поиски, разведку и добычу нефти: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / ВИЭМС. – Москва, 2004. – 28 с.

89. Матишов Г.Г., Никитин Б.Л., Сочнев ОЛ. Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. - М.: Газойл пресс, 2001. - 232 с.

90. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (2001). A Guide to Contingency Planning for Oil Spills on Water, IP1ECA Report Series, Vol. 2, March 2000

91. Ronalds, B. F., Pinna, R., Ryan, S. P., Riordan, J. A., Radic, T. M., Cole, G. K., & Bea, R. G. (2009, January). Jacket reliability design considering interacting limit states. In *ASME 2003 22nd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering* (pp. 29-40). American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

92. Det, N. V. (2001). *Accident statistics for mobile offshore units on the UK continental shelf 1980-1998* (No. ОТО--2000/91). Det Norske Veritas.

93. Anderson, C. M., & LaBelle, R. P. (2000). Update of comparative occurrence rates for offshore oil spills. *Spill Science & Technology Bulletin*, 6(5-6), 303-321.

94. Маричев А.В. Совершенствование систем ликвидации разливов нефти (ЛРН) в замерзающих морях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.18 / Маричев А.А. / Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ. – Москва, 2009. – 23 с.

95. Журавель В.И., Журавель И.В. Количественная оценка риска и ограничение последствий выбросов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ogjruussia.com/issues/article/issue-article-17-2013>. – 1995. (дата звернения 12.07. 2015).

96. Зацепа С.Н. Моделирование разливов нефти в море для планирования мероприятий по обеспечению экологической безопасности при реализации нефтегазовых проектов. Часть 1. Методология / С.Н. Зацепа, Н.А. Дианский, В.И.

Журавель, В.В. Солбаков, В.В. Становой, В.В. Фомин // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. № 4 (106). - С. 27–39.

97. Маценко С.В. О вероятности крупномасштабных аварий танкеров в морских портах / С.В. Маценко, Н.Н. Чура, В.С. Бердников // Сб. научных статей Эксплуатация морского транспорта. ГМА им. Адм. С.О. Макарова. - № 2 (56) - 2009. – С. 69-72.

98. Мохсен Абдульхаки́м Мохсен Ахмед. Анализ риска для водных экосистем при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов / Мохсен Абдульхаки́м Мохсен Ахмед, Г.Т. Фрумин // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4 – С. 76-81.

99. Мохсен Абдульхаки́м Мохсен Ахмед. Методика прогнозирования экологических рисков аварийных нефтеразливов на водной поверхности: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Российский государственный гидрометеорологический университет. – Санкт – Петербург, 2010. – 22 с.

100. Міжнародна конвенція МАРПОЛ-73/78 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/896_009.

101. Гамзаев Х.М. Моделирование растекания нефтяной пленки по поверхности моря / Х.М. Гамзаев // Журнал «Прикладная механика и техническая физика». Т.50, № 3, 2009. - С. 127-130.

102. Кодекс торговельного мореплавства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/176/95>.

103. Калиновский А.Я. Визначення техногенних ризиків під час ремонтних робіт на резервуарах з нафтопродуктами / А.Я. Калиновський, В.О. Липовий, В.О. Титаренко, А.В. Титаренко // Технологический аудит и резервы производства, 2015. – Т.6, № 3 (26). - С. 13-18. – DOI: 10.15587/2312-8372.2015.57099.

104. Нефтяные и газовые платформы. Врейс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://forum.vreis.com.ua/index.php?topic=6015.0>.

105. Мовсумзаде Э.М. и др. Морская нефть: трубопроводный транспорт и переработка продукции скважин / Под ред. А.М. Шаммазова. - СПб.: Недра, 2009. - 192 с.

106. Акімова О.В. Основи теорії транспортних процесів та систем / О.В. Акімова. - Учб. посібник. – Одеса: ОНМА. – 2015 р. – 395 с.

107. Speight, J. G. (2015). Handbook of offshore oil and gas operations. First edition, 363.

108. Саркиев В.М. Экономическое обоснование выбора вида транспорта при нефтяных логистических операциях / В.М. Саркиев // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. № 18, 2010, - С. 179 -186.

109. Петров М.П. Проектирование морской транспортной системы для обслуживания нефтяных месторождений Северного Каспия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03 / Астраханский государственный технический университет. - Астрахань, 2010. - 26 с.

110. Speight, J.G., 2011. An Introduction to Petroleum Technology, Economics, and Politics. Scrivener Publishing, Salem, Massachusetts.

111. Циклическая работа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.articouple.com/rus/20-cyclic.html>.

112. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г., Юфин В.Л., Яковлева Е.И. Трубопроводный транспорт нефти: 2-е изд. - М. Недра, 1988. - 368 с.

113. Chaib-draa, B., & Müller, J. (Eds.). (2006). *Multiagent based supply chain management* (Vol. 28). Springer Science & Business Media.

114. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): Учебник для вузов водного транспорта: – 2-е изд., перераб. и доп. – Одесса: Латстар, 2001. - 416 с.

115. Воевудский Е.Н., Соколова О.В. Система моделей описания процессов управления на морском транспорте: Учеб. Пособие / Е.Н. Воевудский, О.В. Соколова. - М.: ЦРИА «Морфлот», 1981. – 103 с.

116. Воевудский Е.Н. Управление на морском транспорте: [Учеб. по спец. 24.01 «Орг. перевозок и управление мор. трансп.» высш. мор. учеб. заведений] / Е.Н. Воевудский. - М.: Транспорт, 1993. – 366 с.

117. Воевудский Е.Н. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом: [Учеб. для мор. вузов по спец. 1608 «Эксплуатация вод. трансп.» / Е.Н. Воевудский, Н.А. Коневцева, Г.С. Махуренко, И.П. Тарасова]; Под ред. Е.Н. Воевудского. - М.: Транспорт, 1988. – 380 с.

118. Шикин Е.В. Исследование операций: учеб. / Е.В. Шикин, Г.Е. Шикина. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. – 281 с.

119. Емельянов С.В. Многокритериальные методы принятия решений / С.В. Емельянов, О.И. Ларичев. - М.: Знание, 1985. - 29 с.

120. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. - М.: Логос, 2002. – 392 с.

121. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Р. Штойер. - М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.

122. Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. New York: McGraw-Hill

123. Tsalik, S., & Ebel, R. E. (2003). *Caspian oil windfalls: Who will benefit?*. New York: Open Society Institute, Central Eurasia Project.

124. Закон Украины «О морских портах Украины» / Ведомости Верховной Рады Украины (ВВР), 2013, № 7. - С. 65. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uazakon.ru/zakon/zakon-o-morskih-portah.html>.

125. ITOPF. Oil_Spill_Stats_2017web. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.itopf.com>.

126. Британское агентство Clarksons. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.clarksons.com>.

127. ЦНИИМФ. Лаборатория экологической безопасности морского транспорта Семанова Г.Н. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cniimf.ru>.

128. Макеев Г.А. Определение необходимого и достаточного количества судов обслуживающего морские буровые установки флота / А.Г. Макеев // Морской вестник. – СПб., 2008. № 1 (25). - С. 39-42.

129. Христенко В.Б. Об основных направлениях развития гражданской морской техники на 2009-2016 годы/ В.Б. Христенко. – СПб.: Судостроение, 2007. № 6. - С. 17-19.

130. Barretto, M. R. P., Cruz, R. E., Mendes, A. B., Seixas, M. P., da Cunha, C. B., & Brinati, M. A. (2013, October). A Decision Support System for Allocating General Cargo in Platform Supply Vessels. In *OTC Brasil. Offshore Technology Conference*. - DOI:10.4043/24433-ms.

131. Van Bussel, G. J. W., & Schöntag, C. (1997, October). Operation and maintenance aspects of large offshore windfarms. In *EWEC-CONFERENCE*- (pp. 272-275). BOOKSHOP FOR SCIENTIFIC PUBLICATIONS.

132. Hoff, A., Andersson, H., Christiansen, M., Hasle, G., & Løkketangen, A. (2010). Industrial aspects and literature survey: Fleet composition and routing. *Computers & Operations Research*, 37(12), 2041-2061.

133. Halvorsen-Weare, E. E., & Fagerholt, K. (2011, June). Robust supply vessel planning. In *International Conference on Network Optimization* (pp. 559-573). Springer, Berlin, Heidelberg.

134. Майборода М.Е., Бернарский В.В. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие. 2-е. изд. Ростов на Дону: Феникс, 2007. - 443 с.

135. Halvorsen-Weare, E. E., & Fagerholt, K. (2017). Optimization in offshore supply vessel planning. *Optimization and Engineering*, 18(1), 317-341. – DOI: 10.1007/s11081-016-9315-4.

136. Azi, N., Gendreau, M., & Potvin, J. Y. (2010). An exact algorithm for a vehicle routing problem with time windows and multiple use of vehicles. *European Journal of Operational Research*, 202(3), 756-763.

137. Fagerholt, K. (1999). Optimal fleet design in a ship routing problem. *International transactions in operational research*, 6(5), 453-464.

138. Gribkovskaia, I., Laporte, G., & Shlopak, A. (2008). A tabu search heuristic for a routing problem arising in servicing of offshore oil and gas platforms. *Journal of the Operational Research Society*, 59(11), 1449-1459.
139. Halvorsen-Weare, E. E., Fagerholt, K., Nonås, L. M., & Asbjørnslett, B. E. (2012). Optimal fleet composition and periodic routing of offshore supply vessels. *European Journal of Operational Research*, 223(2), 508-517.
140. Tan, C. C. R., & Beasley, J. E. (1984). A heuristic algorithm for the period vehicle routing problem. *Omega*, 12(5), 497-504.
141. Williams, H. P. (2013). *Model building in mathematical programming*. John Wiley & Sons.
142. Вишневская О.Д. Прогнозирование перспективных морских грузопотоков / О.Д. Вишневская // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2006: материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 15-25 апр. 2006 г. – Т. 1: Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2006. – С. 27-29.
143. Вишневська О.Д. Аналіз структури морських вантажопотоків / О.Д. Вишневська, Д.О. Вишневський // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008: материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 15-25 марта 2008 г. – Т. 1: Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2008. – С. 47-51.
144. Golden, B., Assad, A., Levy, L., & Gheysens, F. (1984). The fleet size and mix vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 11(1), 49-66.
145. Brown, G. G., Graves, G. W., & Ronen, D. (1987). Scheduling ocean transportation of crude oil. *Management Science*, 33(3), 335-346.
146. Aas, B., Halskau Sr, Ø., & Wallace, S. W. (2009). The role of supply vessels in offshore logistics. *Maritime Economics & Logistics*, 11(3), 302-325.
147. Онищенко С.П. Обеспечение эффективности выполнения судном рейса с учетом возможного воздействия факторов риска / С.П. Онищенко, О.Д. Вишневская // Вісник економіки транспорту і промисловості: зб. наук.-практ. ст. – Харків: УкрДУЗТу, 2016. – № 56. – С. 104-113.

148. Вишневська О.Д. Риски при морській доставці вантажів / О.Д. Вишневська // SWorld: сб. науч. тр. – Вып. 3 (36). – Т. 2. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – С. 19-21.

149. Вишневская О.Д. Факторы риска, обуславливающие отклонения результатов выполнения рейса морским судном / О.Д. Вишневская // SWorld: сб. науч. тр. – Вып. 45. – Т. 1. – Иваново: Науч. мир, 2016. – С. 33-36.

150. Maisiuk Y, Gribkovskaia I (2014) Fleet sizing for offshore supply vessels with stochastic sailing and service times. *procedia Comput Sci* 30:939948

151. Taillard, É. D., Laporte, G., & Gendreau, M. (1996). Vehicle routeing with multiple use of vehicles. *Journal of the Operational research society*, 47(8), 1065-1070.

152. Смоленцев О.И. Методы расчета вынужденных потерь скорости судна на встречном волнении, связанные с нормированием слеминга и заливаемости / О.И. Смоленцев // Электронный вестник. - 2011. - № 4. - С. 18-25.

153. Львов В.Е. Компенсация волнового и ветрового воздействий на систему управления курсом судна / В.Е. Львов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. - 2015. - № 1 (29). - С. 25-29.

154. Стецюк Т.Г. К вопросу о расчетном определении падения скорости судна в штормовых условиях плавания / Т.Г. Стецюк, В.Г. Сизов // Судовождение. - 2010. - С. 22-27.

155. Лубковский В.К. Определение ветро-волновых потерь скорости судов смешанного плавания с помощью ортогонально-линеечного волномера / В.К. Лубковский // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2007. - № 1. - С. 68-73.

156. Сотникова М.В. Алгоритмы формирования маршрутов движения судов с учетом прогноза погодных условий [Электронный ресурс] / М.В. Сотникова // Вестник СПбГУ. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2009. №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-formirovaniya-marshrutov-dvizheniya-sudov-s-uchetom-prognoza-pogodnyh-usloviy> (дата звернення 10.02.2018).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

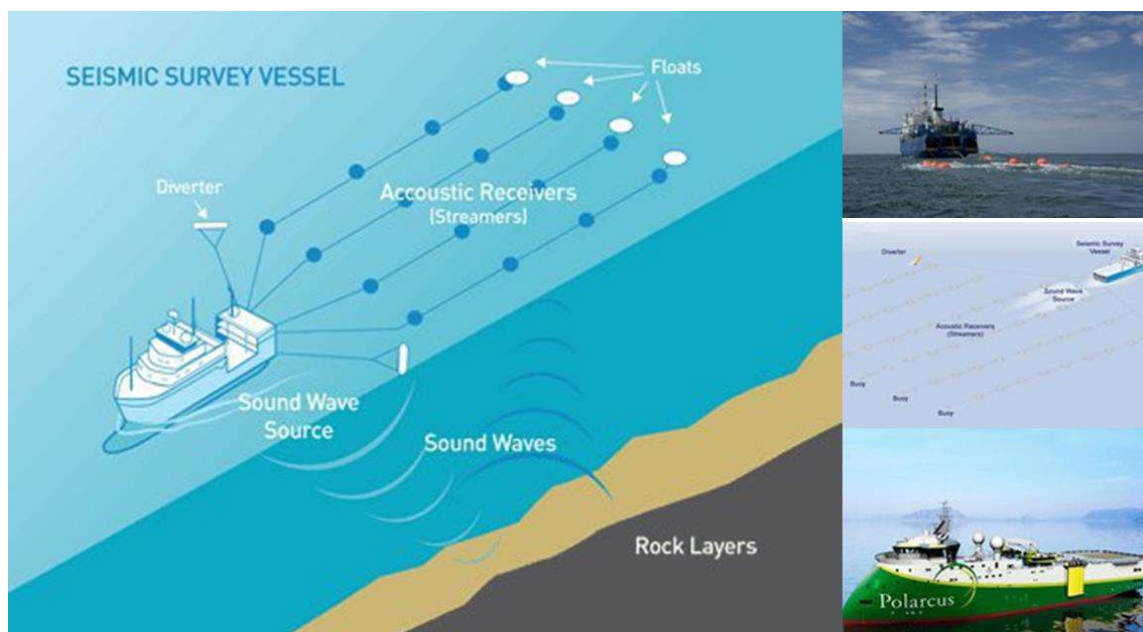


Рисунок А.1 - Сейсмічне судно



Рисунок А.2 – Визуалізація Multi Role Service/Support Vessels (MRSV)



Рисунок А.3 - Азимутальний буксир



Рисунок А.4 - Jack up vessel – Самопідйомної офшорне судно



Рисунок А.5 - PSV (Platform Supply/Support Vessel) - Судно забезпечення нафтових платформ



Рисунок А.6 - Судно забезпечення водолазних робіт DSV (Diving Support Vessel)

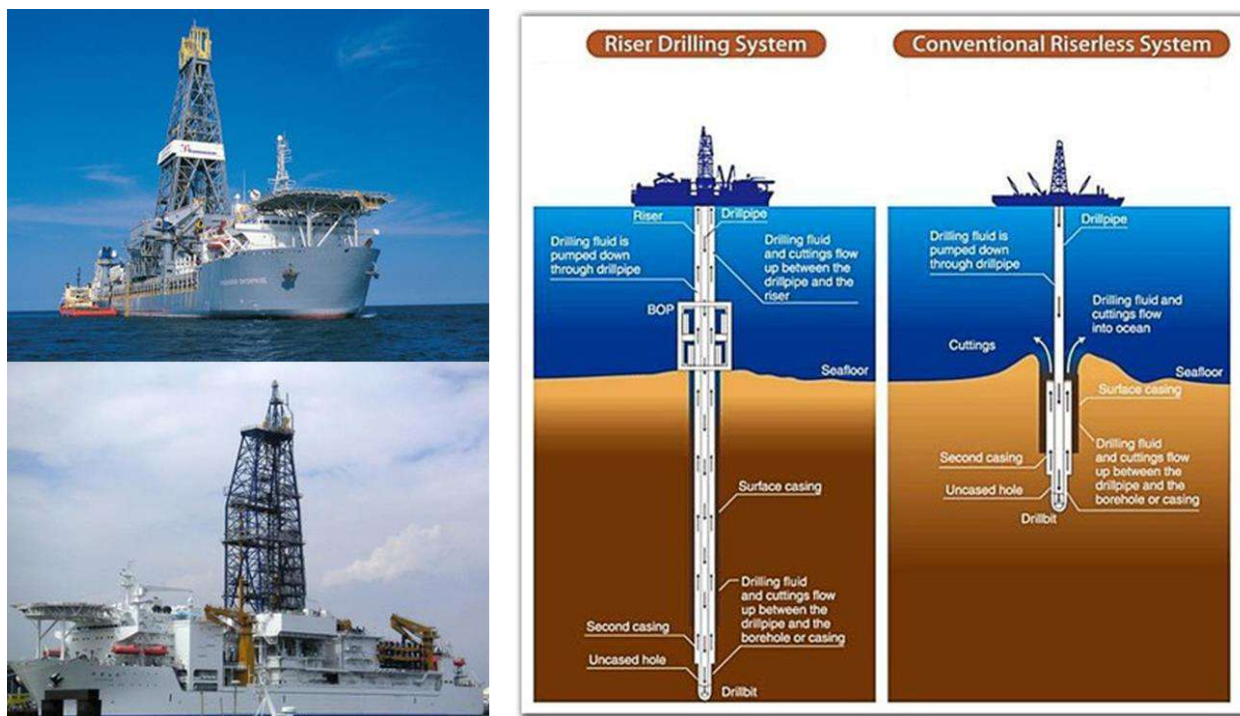


Рисунок А.7 - Бурове судно (drillship) - судно технічного флоту, призначене для буріння пошуково-розвідувальних свердловин



Рисунок А.8 - Шаттл-танкер, танкер-човник, також званий «плавучим трубопроводом» (Floating Pipeline), служить для навантаження сирої нафти з нафтових платформ, або суден типу FPSO.



Рисунок А.9 - FPSO (floating production, storage, and offloading vessel) судно для видобутку, зберегання та відвантаження нафти

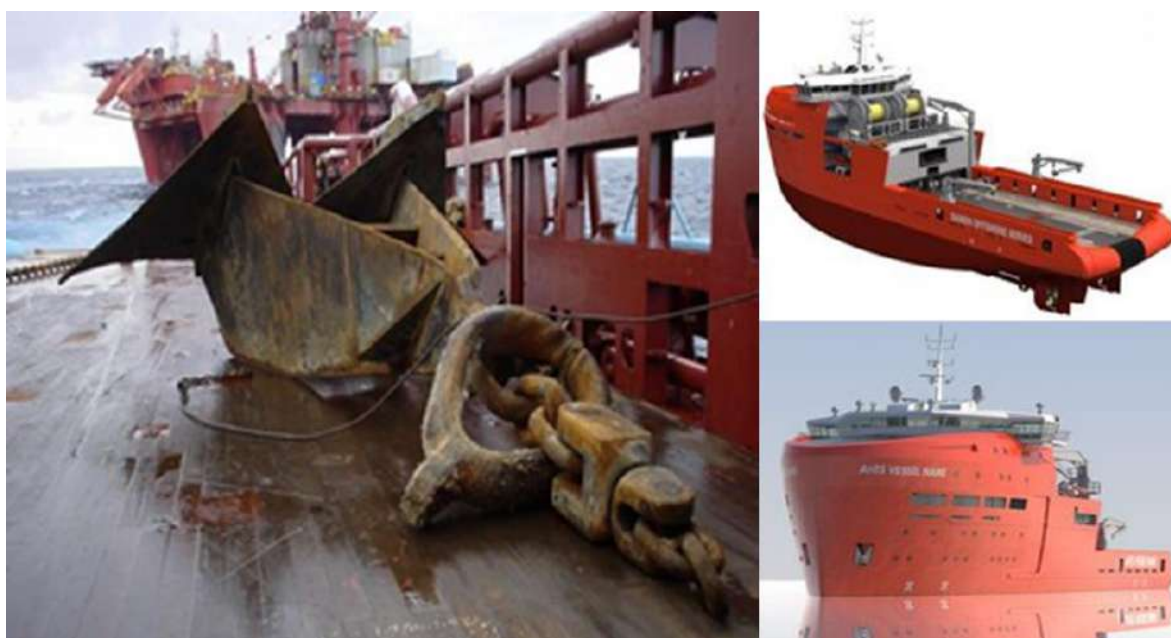


Рисунок А.10 - Буксири для встановлення та обробки якорів / anchor handling tug supply vessels (AHTS).



Рисунок А.11 - Кабелеукладальники (cable vessels)



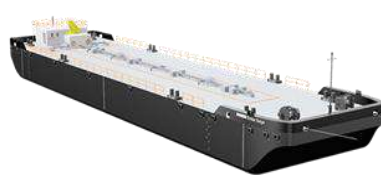
Рисунок А.12 - Трубоукладальники / pipelay vessels



Рисунок А.13 - Швидкісне судно для доставки екіпажу (FAST CREW BOAT (FCB))



а) LNG



б) бункерна



в) LPG

Рисунок А.14 – Типи барж для доставки вуглеводнів від МБП до БІ

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 - Розрахунок показників за варіантами розвезення постачання спеціалізованими суднами на морські бурові платформи в Чорному морі

№	Варіант	$W_{m-m} = Ql$, т-км	L_p , км	l_{36} , км	β
1	1-2-3	83 350	175,50	125,50	0,72
2	3-2-1	57 050	175,50	100,50	0,57
3	1-3-2	81 600	177,00	122,00	0,69
4	2-3-1	60 000	177,00	102,00	0,58
5	3-1-2	71 050	183,50	128,50	0,70
6	2-1-3	75 750	183,50	133,50	0,73

Таблиця Б.2 - Розрахунок показників за варіантами розвезення постачання спеціалізованими суднами на морські бурові платформи в Азовському морі

№	Варіант	$W_{m-m} = Ql$, т-км	L_p , км	l_{36} , км	β
1	1-2-3	63 900	168	128	0,76
2	3-2-1	46 500	168	88	0,52
3	1-3-2	83 900	240,5	168	0,70
4	2-3-1	78 000	240,5	160,5	0,67
5	3-1-2	50 000	167,5	95	0,57
6	2-1-3	61 500	167,5	127,5	0,76

Таблиця Б.3 - Показники роботи спеціалізованих суден при освоєнні вантажопотоку в Чорному морі

Маятниковий маршрут	t_p , год.	n_p	$Q_{рейс}$, т	Ql , т-км
1	2	3	4	5
М: Б-1-Б	5,79	-	800	60 000

Продовження табл. Б.3

1	2	3	4	5
М2: Б-2-Б	4,25	-	800	44 000
М3: Б-3-Б	3,86	-	800	40 000
Всього по ОфС	13,9	1	2 400	144 000
Всього по суднам	27,8	2	4 800	288 000

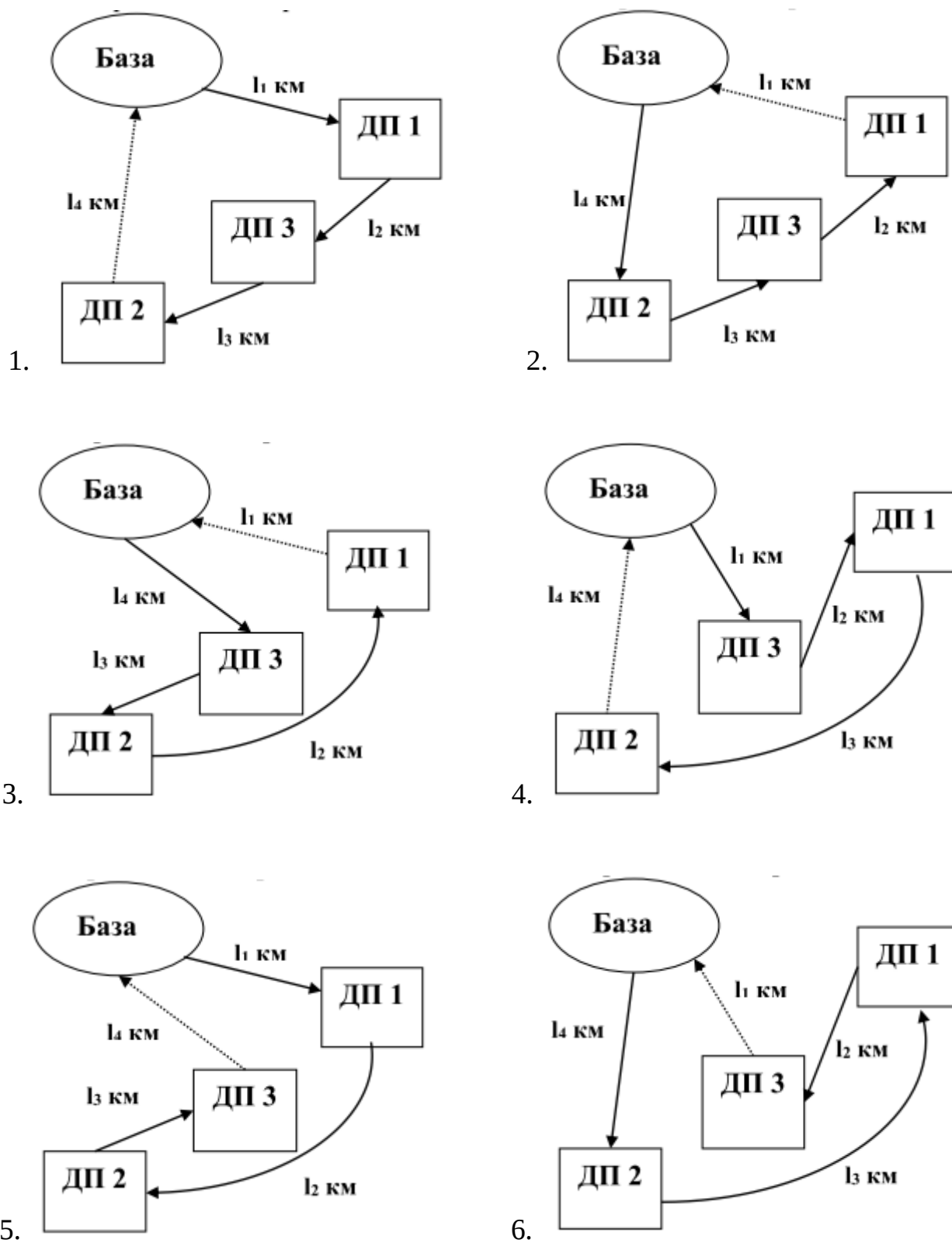
Таблиця Б.4 - Результати розрахунку роботи спеціалізованих суден в Азовському морі

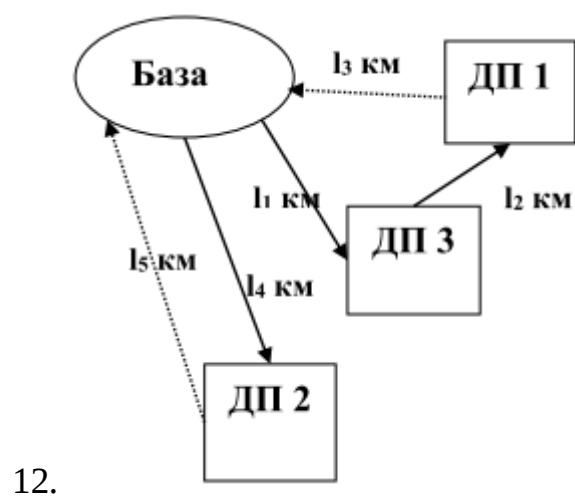
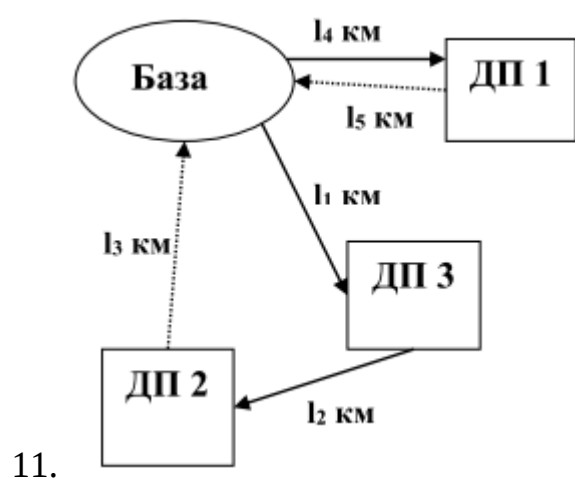
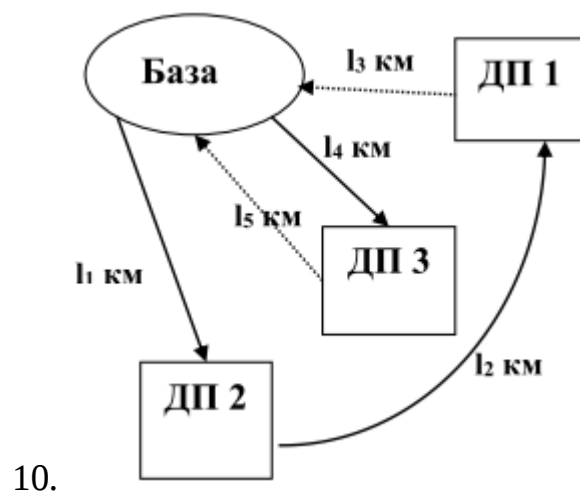
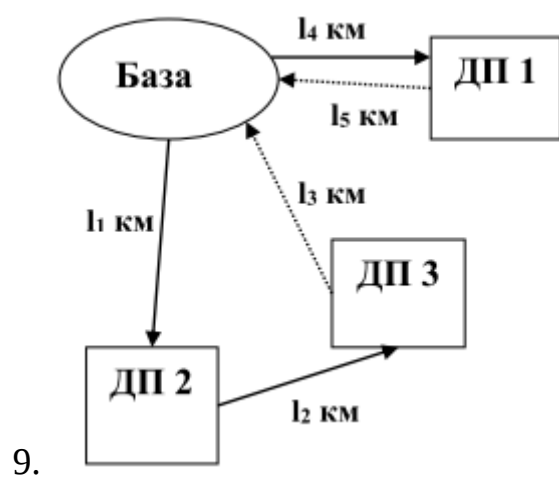
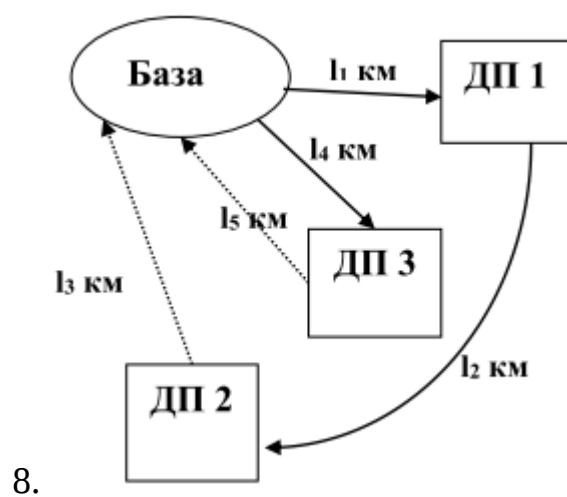
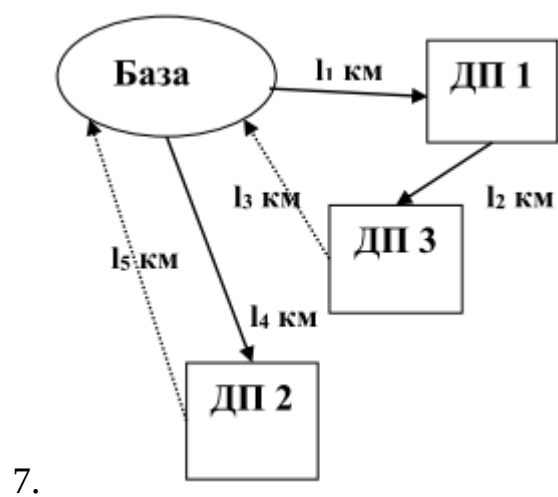
Маятниковий маршрут	t_p , год.	n_p	$Q_{рейс}$, т	Ql , т-км
М: Б-1-Б	5,8	-	600	48 000
М2: Б-2-Б	5,2	-	600	43 500
М3: Б-3-Б	2,9	-	600	24 000
Всього по ОфС	13,8	1	1 800	115 500
Всього по суднам	27,8	2	3 600	231 000

ДОДАТОК В

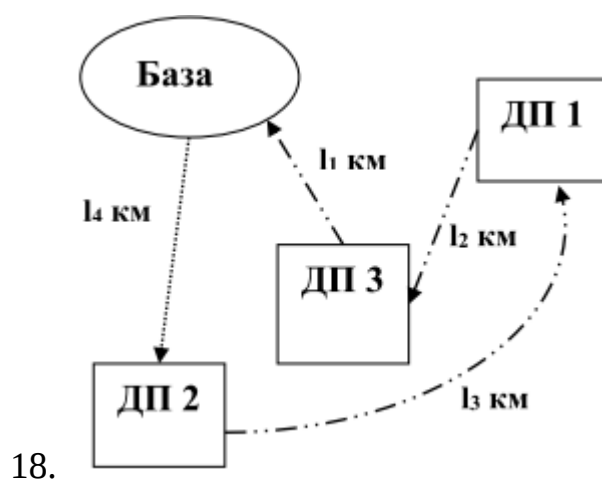
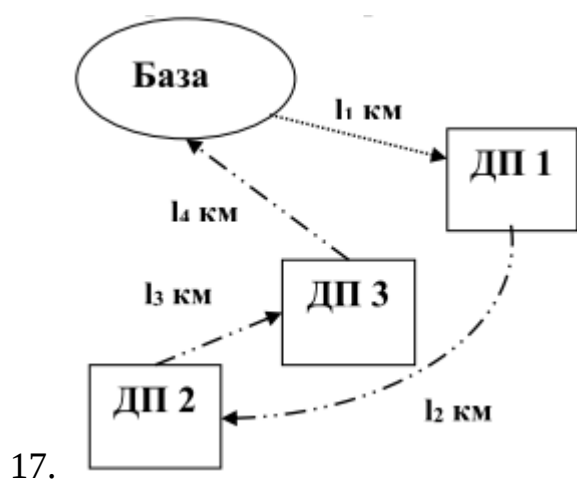
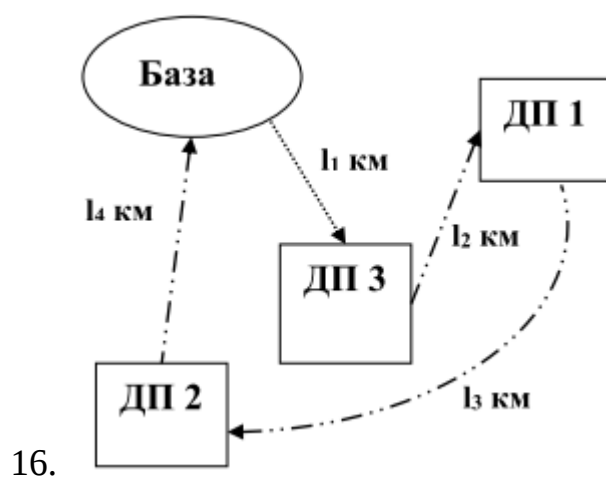
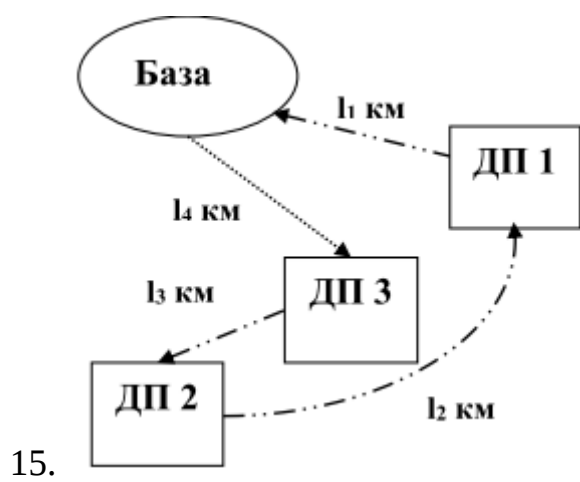
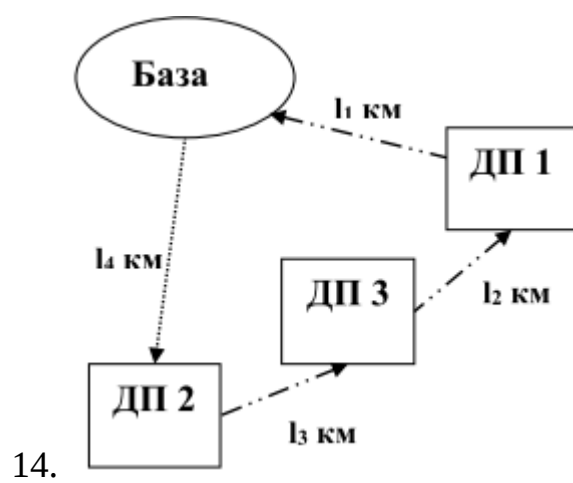
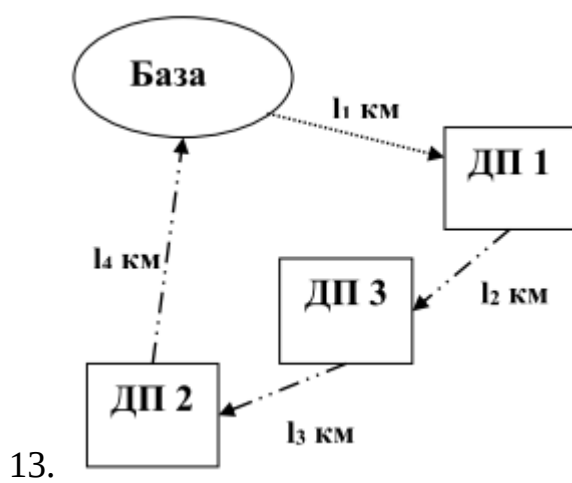
Альтернативні варіанти роботи спеціалізованих суден

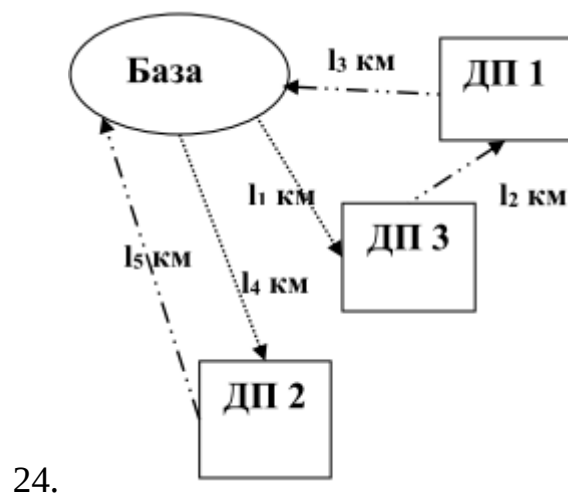
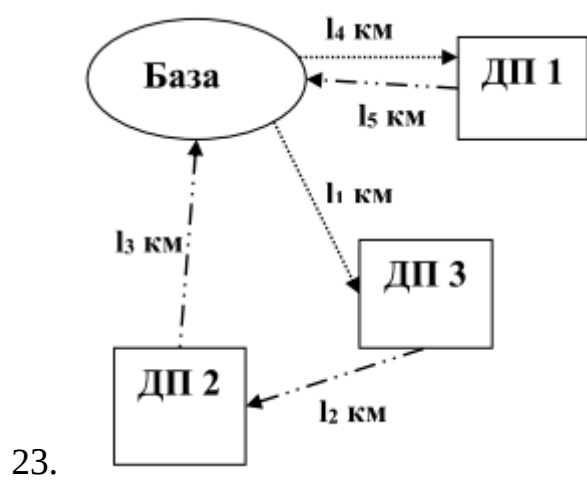
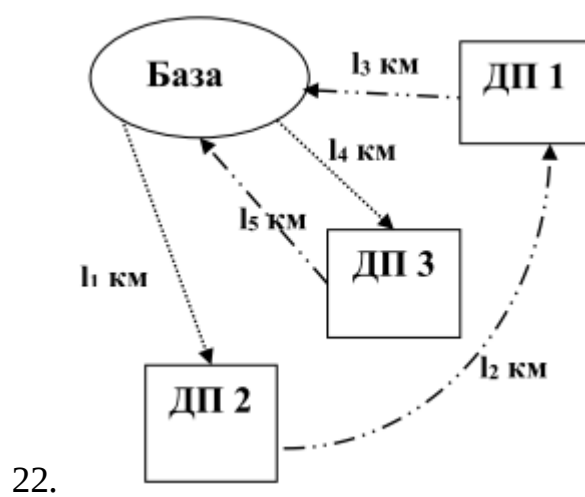
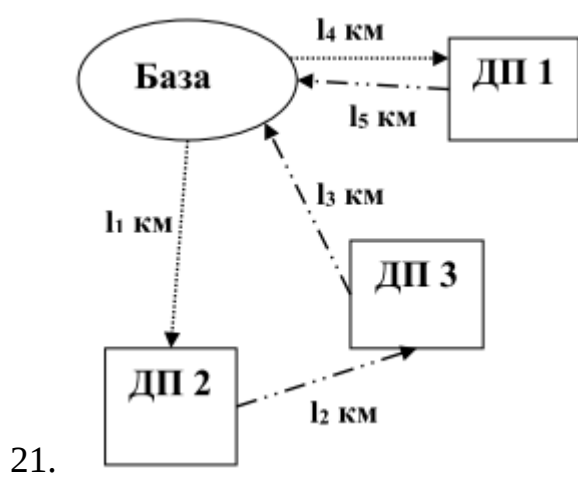
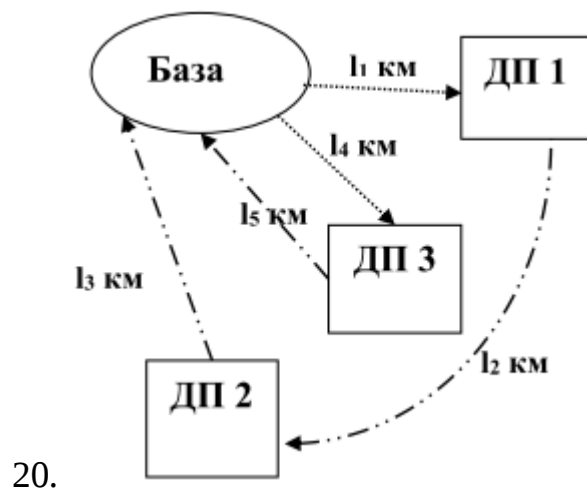
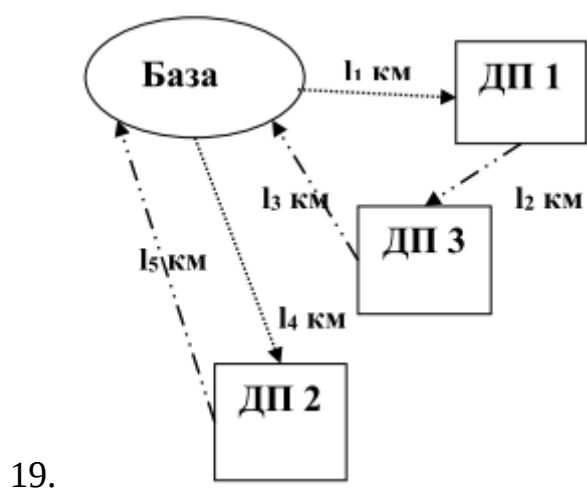
Кільцевий розвізний маршрут



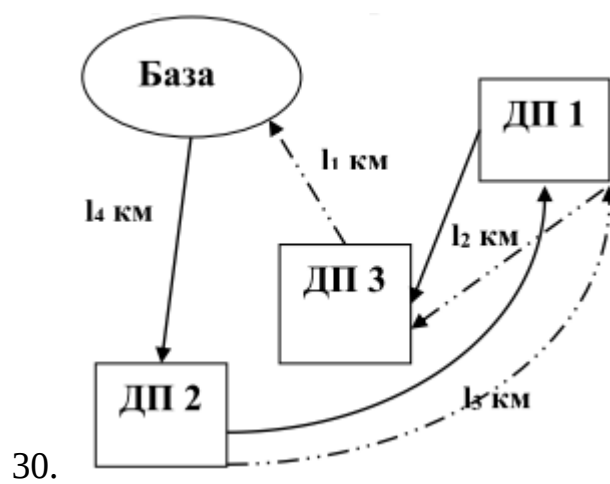
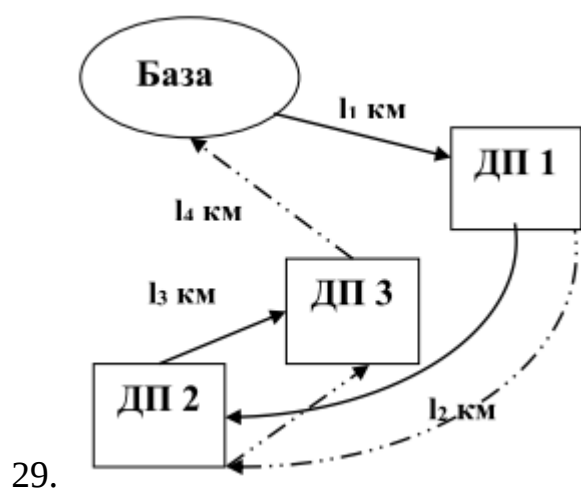
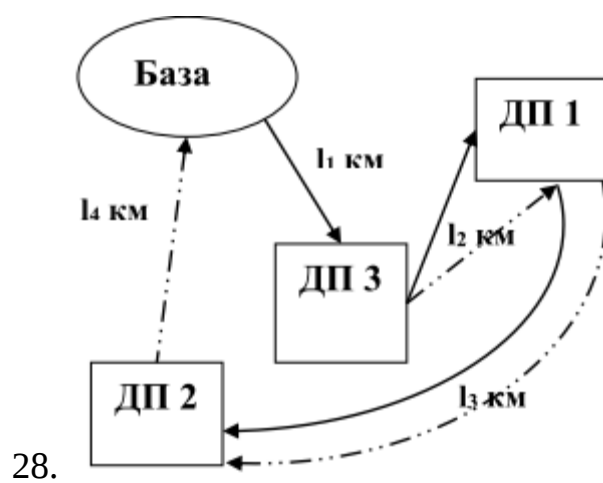
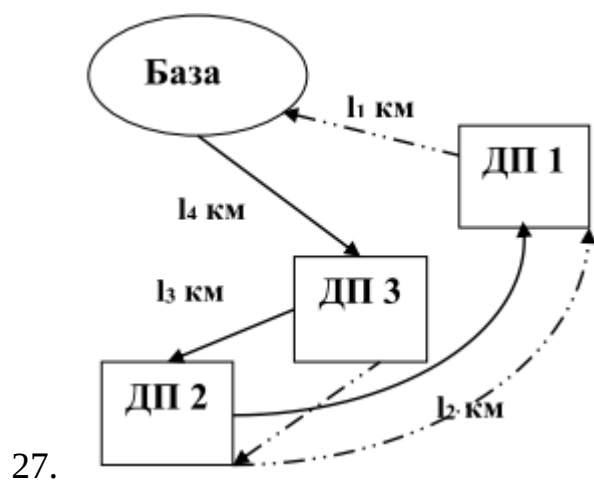
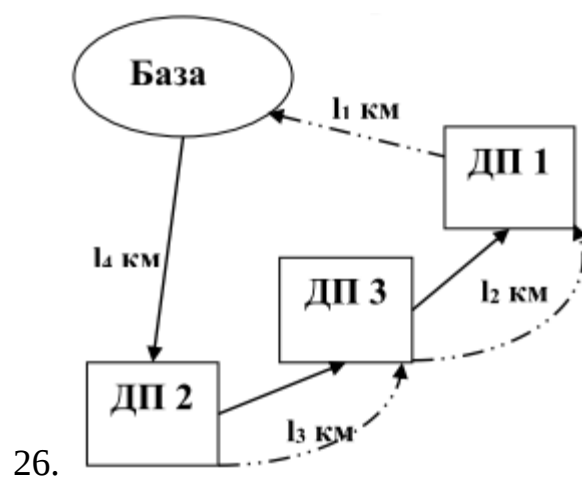
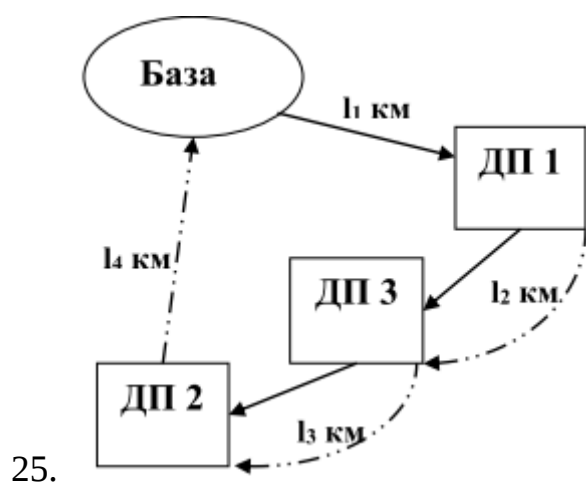


Кільцевий збірниковий маршрут

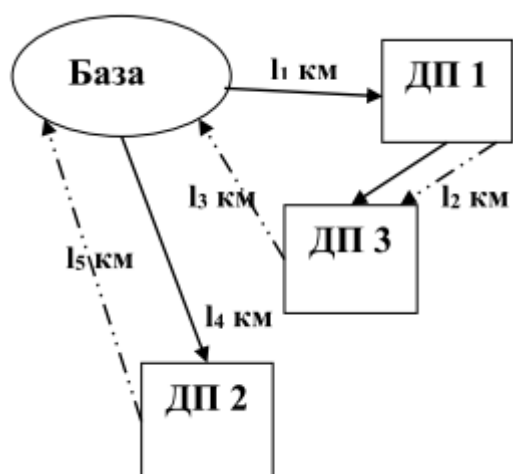




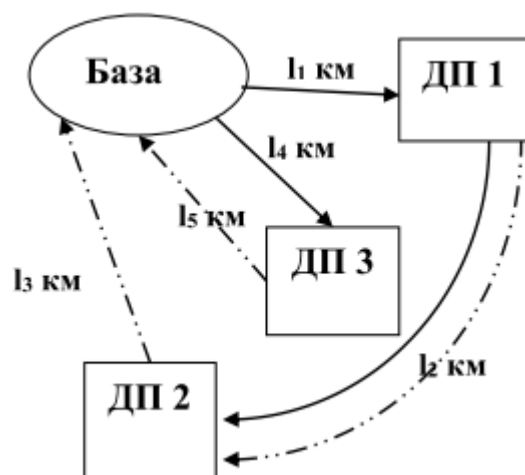
Розвізно-збірниковий маршрут



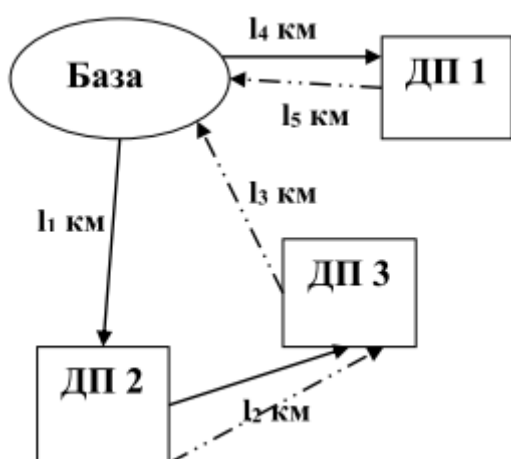
31.



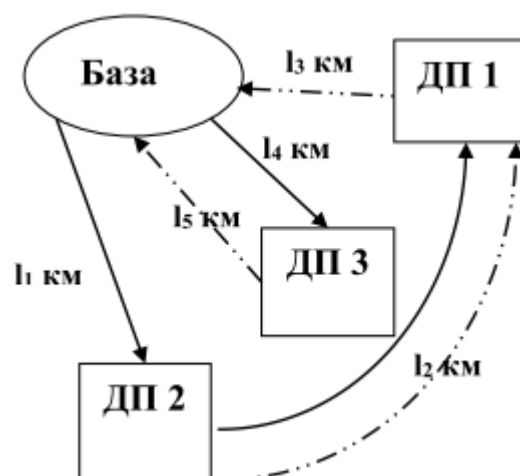
32.



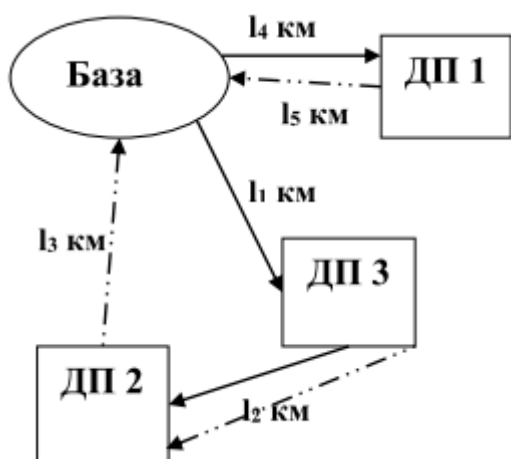
33.



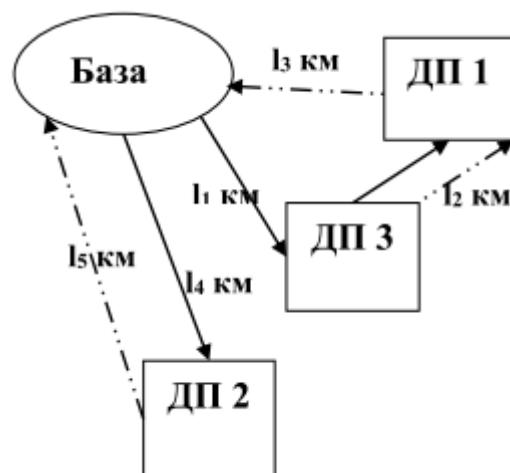
34.



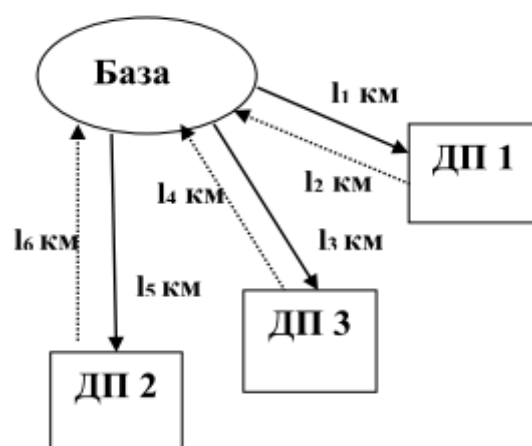
35.



36.

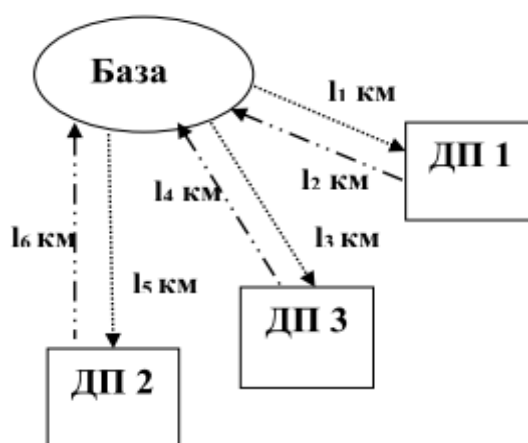


Маятниковий розвізний маршрут



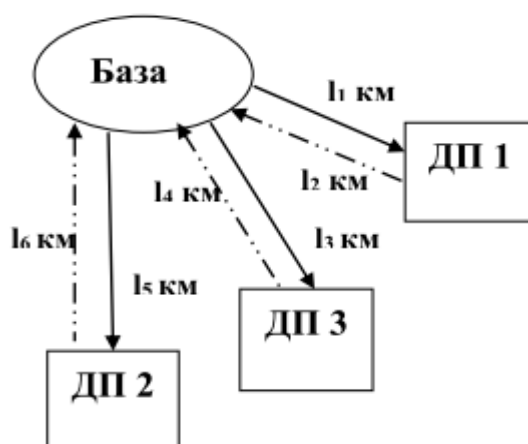
37.

Маятниковий збірниковий маршрут



38.

Маятниковий розвізно-збірниковий маршрут



39.

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 - Характеристики альтернативних офшорних суден

Характеристики	Судно 1	Судно 2	Судно 3
Вантажопідйомність D_j , т	1600	2100	2800
Швидкість V_j , вузл.	12	12	12
Добові витрати на ходу R_j^x , дол. США	1000	1240	1410
Добові витрати на стоянці $R_j^{ст}$, дол. США	300	400	480
Ставка тайм-чартерної оренди $R_j^{мч}$, дол. США /добу	750	900	1000
Доступна кількість для оренди, од	3	3	3

Вихідні дані для експериментальних розрахунків

Таблиця Г.2 – Час рейсу t_j^i по варіантам, діб

Варіант	Судно 1	Судно 2	Судно 3
1	1,9	2,1	2,4
2	1,3	1,45	1,7
3	1,2	1,35	1,6
4	1,4	1,55	1,8
5	0,8	0,9	1,1
6	0,7	0,8	1
7	0,7	0,8	1

Таблиця Г.3 – Структура часу рейсу по варіантам, діб

Варіант	Судно 1		Судно 2		Судно 3	
	t_{x1}^i	t_{cm1}^i	t_{x2}^i	t_{cm2}^i	t_{x3}^i	t_{cm3}^i
1	1	0,9	1	1,1	1	1,4
2	0,7	0,6	0,7	0,75	0,7	1
3	0,6	0,6	0,6	0,75	0,6	1
4	0,8	0,6	0,8	0,75	0,8	1
5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,6
6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6

Таблиця Г.4 – Витрати r_j^i по варіантам, дол. США

Варіант	Судно 1	Судно 2	Судно 3
1	1270	1680	2082
2	880	1168	1467
3	780	1044	1326
4	980	1292	1608
5	590	780	993
6	490	656	852
7	490	656	852

Таблиця Г.5 – Характеристика попиту на обслуговування платформ в періоди $t = 1, 2, 6$

Платформа	Мінімальне значення попиту Q_t^{pmin} , тис.т	Максимальне значення попиту Q_t^{pmax} , тис.т
p=1	40	48
p=2	50	60
p=3	65	78

Таблиця Г.6 – Характеристика попиту на обслуговування платформ в періоди $t = 3, 4, 5$

Платформа	Мінімальне значення попиту $Q_t^{p\min}$, тис.т	Максимальне значення попиту $Q_t^{p\max}$, тис.т
p=1	25	30
p=2	30	36
p=3	35	42

Координатна форма запису Математичної моделі

Цільова функція:

$$\begin{aligned}
 &750 \cdot 30 \cdot (v_1^1 + v_1^2 + v_1^3 + v_1^4 + v_1^5) + 900 \cdot 30 \cdot (v_2^1 + v_2^2 + v_2^3 + v_2^4 + v_2^5) + \\
 &+ 1000 \cdot 30 \cdot (v_3^1 + v_3^2 + v_3^3 + v_3^4 + v_3^5) + 1270 \cdot (x_{11}^1 + x_{12}^1 + x_{13}^1 + x_{14}^1 + x_{15}^1 + x_{16}^1) + \\
 &+ 1680 \cdot (x_{21}^1 + x_{22}^1 + x_{23}^1 + x_{24}^1 + x_{25}^1 + x_{26}^1) + 2082 \cdot (x_{31}^1 + x_{32}^1 + x_{33}^1 + x_{34}^1 + x_{35}^1 + x_{36}^1) + \\
 &+ 880 \cdot (x_{11}^2 + x_{12}^2 + x_{13}^2 + x_{14}^2 + x_{15}^2 + x_{16}^2) + 1168 \cdot (x_{21}^2 + x_{22}^2 + x_{23}^2 + x_{24}^2 + x_{25}^2 + x_{26}^2) + \\
 &+ 1467 \cdot (x_{31}^2 + x_{32}^2 + x_{33}^2 + x_{34}^2 + x_{35}^2 + x_{36}^2) + 780 \cdot (x_{11}^3 + x_{12}^3 + x_{13}^3 + x_{14}^3 + x_{15}^3 + x_{16}^3) + \\
 &+ 1044 \cdot (x_{21}^3 + x_{22}^3 + x_{23}^3 + x_{24}^3 + x_{25}^3 + x_{26}^3) + 1326 \cdot (x_{31}^3 + x_{32}^3 + x_{33}^3 + x_{34}^3 + x_{35}^3 + x_{36}^3) + \\
 &+ 980 \cdot (x_{11}^4 + x_{12}^4 + x_{13}^4 + x_{14}^4 + x_{15}^4 + x_{16}^4) + 1292 \cdot (x_{21}^4 + x_{22}^4 + x_{23}^4 + x_{24}^4 + x_{25}^4 + x_{26}^4) + \\
 &+ 1608 \cdot (x_{31}^4 + x_{32}^4 + x_{33}^4 + x_{34}^4 + x_{35}^4 + x_{36}^4) + 590 \cdot (x_{11}^5 + x_{12}^5 + x_{13}^5 + x_{14}^5 + x_{15}^5 + x_{16}^5) + \\
 &+ 780 \cdot (x_{21}^5 + x_{22}^5 + x_{23}^5 + x_{24}^5 + x_{25}^5 + x_{26}^5) + 993 \cdot (x_{31}^5 + x_{32}^5 + x_{33}^5 + x_{34}^5 + x_{35}^5 + x_{36}^5) + \\
 &+ 490 \cdot (x_{11}^6 + x_{12}^6 + x_{13}^6 + x_{14}^6 + x_{15}^6 + x_{16}^6) + 656 \cdot (x_{21}^6 + x_{22}^6 + x_{23}^6 + x_{24}^6 + x_{25}^6 + x_{26}^6) + \\
 &+ 852 \cdot (x_{31}^6 + x_{32}^6 + x_{33}^6 + x_{34}^6 + x_{35}^6 + x_{36}^6) + 490 \cdot (x_{11}^7 + x_{12}^7 + x_{13}^7 + x_{14}^7 + x_{15}^7 + x_{16}^7) + \\
 &+ 656 \cdot (x_{21}^7 + x_{22}^7 + x_{23}^7 + x_{24}^7 + x_{25}^7 + x_{26}^7) + 852 \cdot (x_{31}^7 + x_{32}^7 + x_{33}^7 + x_{34}^7 + x_{35}^7 + x_{36}^7) \\
 &\rightarrow \min
 \end{aligned}$$

Обмеження за обсягом транспортної роботи (попиту) для кожної платформи:

Перша платформа, перший період $p=1, t=1$

$$\begin{aligned}
 40000 &\leq 1600 \cdot (x_{11}^1 + x_{11}^2 + x_{11}^4 + x_{11}^5) + 2100 \cdot (x_{21}^1 + x_{21}^2 + x_{21}^4 + x_{21}^5) + \\
 &+ 2800 \cdot (x_{31}^1 + x_{31}^2 + x_{31}^4 + x_{31}^5) \leq 48000
 \end{aligned}$$

Перша платформа, другий період $p=1, t=2$

$$40000 \leq 1600 \cdot (x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^4 + x_{12}^5) + 2100 \cdot (x_{22}^1 + x_{22}^2 + x_{22}^4 + x_{22}^5) + 2800 \cdot (x_{32}^1 + x_{32}^2 + x_{32}^4 + x_{32}^5) \leq 48000$$

Перша платформа, третій період $p=1, t=3$

$$25000 \leq 1600 \cdot (x_{13}^1 + x_{13}^2 + x_{13}^4 + x_{13}^5) + 2100 \cdot (x_{23}^1 + x_{23}^2 + x_{23}^4 + x_{23}^5) + 2800 \cdot (x_{33}^1 + x_{33}^2 + x_{33}^4 + x_{33}^5) \leq 30000$$

Перша платформа, четвертий період $p=1, t=4$

$$25000 \leq 1600 \cdot (x_{14}^1 + x_{14}^2 + x_{14}^4 + x_{14}^5) + 2100 \cdot (x_{24}^1 + x_{24}^2 + x_{24}^4 + x_{24}^5) + 2800 \cdot (x_{34}^1 + x_{34}^2 + x_{34}^4 + x_{34}^5) \leq 30000$$

Перша платформа, п'ятий період $p=1, t=5$

$$25000 \leq 1600 \cdot (x_{15}^1 + x_{15}^2 + x_{15}^4 + x_{15}^5) + 2100 \cdot (x_{25}^1 + x_{25}^2 + x_{25}^4 + x_{25}^5) + 2800 \cdot (x_{35}^1 + x_{35}^2 + x_{35}^4 + x_{35}^5) \leq 30000$$

Перша платформа, шостий період $p=1, t=6$

$$40000 \leq 1600 \cdot (x_{16}^1 + x_{16}^2 + x_{16}^4 + x_{16}^5) + 2100 \cdot (x_{26}^1 + x_{26}^2 + x_{26}^4 + x_{26}^5) + 2800 \cdot (x_{36}^1 + x_{36}^2 + x_{36}^4 + x_{36}^5) \leq 48000$$

Друга платформа, перший період $p=2, t=1$

$$50000 \leq 1600 \cdot (x_{11}^1 + x_{11}^3 + x_{11}^4 + x_{11}^6) + 2100 \cdot (x_{21}^1 + x_{21}^3 + x_{21}^4 + x_{21}^6) + 2800 \cdot (x_{31}^1 + x_{31}^3 + x_{31}^4 + x_{31}^6) \leq 60000$$

Друга платформа, другий період $p=2, t=2$

$$50000 \leq 1600 \cdot (x_{12}^1 + x_{12}^3 + x_{12}^4 + x_{12}^6) + 2100 \cdot (x_{22}^1 + x_{22}^3 + x_{22}^4 + x_{22}^6) + 2800 \cdot (x_{32}^1 + x_{32}^3 + x_{32}^4 + x_{32}^6) \leq 60000$$

Друга платформа, третій період $p=2, t=3$

$$30000 \leq 1600 \cdot (x_{13}^1 + x_{13}^3 + x_{13}^4 + x_{13}^6) + 2100 \cdot (x_{23}^1 + x_{23}^3 + x_{23}^4 + x_{23}^6) + 2800 \cdot (x_{33}^1 + x_{33}^3 + x_{33}^4 + x_{33}^6) \leq 36000$$

Друга платформа, четвертий період $p=2, t=4$

$$30000 \leq 1600 \cdot (x_{14}^1 + x_{14}^3 + x_{14}^4 + x_{14}^6) + 2100 \cdot (x_{24}^1 + x_{24}^3 + x_{24}^4 + x_{24}^6) + \\ + 2800 \cdot (x_{34}^1 + x_{34}^3 + x_{34}^4 + x_{34}^6) \leq 36000$$

Друга платформа, п'ятий період $p=2, t=5$

$$30000 \leq 1600 \cdot (x_{15}^1 + x_{15}^3 + x_{15}^4 + x_{15}^6) + 2100 \cdot (x_{25}^1 + x_{25}^3 + x_{25}^4 + x_{25}^6) + \\ + 2800 \cdot (x_{35}^1 + x_{35}^3 + x_{35}^4 + x_{35}^6) \leq 36000$$

Друга платформа, шостий період $p=2, t=6$

$$50000 \leq 1600 \cdot (x_{16}^1 + x_{16}^3 + x_{16}^4 + x_{16}^6) + 2100 \cdot (x_{26}^1 + x_{26}^3 + x_{26}^4 + x_{26}^6) + \\ + 2800 \cdot (x_{36}^1 + x_{36}^3 + x_{36}^4 + x_{36}^6) \leq 60000$$

Третя платформа, перший період $p=3, t=1$

$$65000 \leq 1600 \cdot (x_{11}^1 + x_{11}^2 + x_{11}^3 + x_{11}^7) + 2100 \cdot (x_{21}^1 + x_{21}^2 + x_{21}^3 + x_{21}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{31}^1 + x_{31}^2 + x_{31}^3 + x_{31}^7) \leq 78000$$

Третя платформа, другий період $p=3, t=2$

$$65000 \leq 1600 \cdot (x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3 + x_{12}^7) + 2100 \cdot (x_{22}^1 + x_{22}^2 + x_{22}^3 + x_{22}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{32}^1 + x_{32}^2 + x_{32}^3 + x_{32}^7) \leq 78000$$

Третя платформа, третій період $p=3, t=3$

$$35000 \leq 1600 \cdot (x_{13}^1 + x_{13}^2 + x_{13}^3 + x_{13}^7) + 2100 \cdot (x_{23}^1 + x_{23}^2 + x_{23}^3 + x_{23}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{33}^1 + x_{33}^2 + x_{33}^3 + x_{33}^7) \leq 42000$$

Третя платформа, четвертий період $p=3, t=4$

$$35000 \leq 1600 \cdot (x_{14}^1 + x_{14}^2 + x_{14}^3 + x_{14}^7) + 2100 \cdot (x_{24}^1 + x_{24}^2 + x_{24}^3 + x_{24}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{34}^1 + x_{34}^2 + x_{34}^3 + x_{34}^7) \leq 42000$$

Третя платформа, п'ятий період $p=3, t=5$

$$35000 \leq 1600 \cdot (x_{15}^1 + x_{15}^2 + x_{15}^3 + x_{15}^7) + 2100 \cdot (x_{25}^1 + x_{25}^2 + x_{25}^3 + x_{25}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{35}^1 + x_{35}^2 + x_{35}^3 + x_{35}^7) \leq 42000$$

Третя платформа, шостий період $p=3, t=6$

$$65000 \leq 1600 \cdot (x_{16}^1 + x_{16}^2 + x_{16}^3 + x_{16}^7) + 2100 \cdot (x_{26}^1 + x_{26}^2 + x_{26}^3 + x_{26}^7) + \\ + 2800 \cdot (x_{36}^1 + x_{36}^2 + x_{36}^3 + x_{36}^7) \leq 78000$$

Обмеження по бюджету часу суден:

для першого судна $j=1$

$$1,9 \cdot x_{1t}^1 + 1,3 \cdot x_{1t}^2 + 1,2 \cdot x_{1t}^3 + 1,4 \cdot x_{1t}^4 + 0,8 \cdot x_{1t}^5 + 0,7 \cdot x_{1t}^6 + 0,7 \cdot x_{1t}^7 \leq \\ \leq 28 \cdot v_1^t, t = \overline{1, T}$$

для другого судна $j=2$

$$2,1 \cdot x_{2t}^1 + 1,45 \cdot x_{2t}^2 + 1,35 \cdot x_{2t}^3 + 1,55 \cdot x_{2t}^4 + 0,9 \cdot x_{2t}^5 + 0,8 \cdot x_{2t}^6 + 0,8 \cdot x_{2t}^7 \leq \\ \leq 28 \cdot v_2^t, t = \overline{1, T}$$

для третього судна $j=3$

$$2,4 \cdot x_{3t}^1 + 1,7 \cdot x_{3t}^2 + 1,6 \cdot x_{3t}^3 + 1,8 \cdot x_{3t}^4 + 1,1 \cdot x_{3t}^5 + 1 \cdot x_{3t}^6 + 1 \cdot x_{3t}^7 \leq \\ \leq 28 \cdot v_3^t, t = \overline{1, T}$$

Обмеження за кількістю доступних для оренди спеціалізованих суден постачання в кожен проміжок часу:

$$v_j^t \leq 3, j = \overline{1, 3}, t = \overline{1, 6}$$

Обмеження на значення параметрів управління:

$$v_j^t \in Z^+ \cup 0, x_{jt}^i \in Z^+ \cup 0, i = \overline{1, 7}, j = \overline{1, 3}, t = \overline{1, 6}$$

Модель_оффшорные_суда_1 - Microsoft Excel																									
Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Вставить Вырезать Копировать Формат по образцу Буфер обмена Шрифт Выравнивание Число Стили Ячейки Редактирование																									
B6 fx Распределение судов, переменные																									
1	Структура флота, переменные								время рейсов						расходы эксплуатационные				Грузоподъемность						
2	время	1	2	3	4	5	6		Вариант	Судно 1	Судно 2	Судно 3		Вариант	Судно 1	Судно 2	Судно 3		1600	2100	2800				
3	v1=	1	1	0	0	0	1	3	1	1,9	2,1	2,4		1	1270	1680	2082			плат 1	плат 2	плат 3			
4	v2=	0	1	0	0	0	1	3	2	1,3	1,45	1,7		2	880	1168	1467		схема 1	1	1	1			
5	v3=	1	0	1	1	1	0	5	3	1,2	1,35	1,6		3	780	1044	1326		схема 2	1	0	1			
6	Распределение судов, переменные								4	1,4	1,55	1,8		4	980	1292	1608		схема 3	0	1	1			
7	судно 1								5	0,8	0,9	1,1		5	590	780	993		схема 4	1	1	0			
8	время	1	2	3	4	5	6		6	0,7	0,8	1		6	490	656	852		схема 5	1	0	0			
9	схема 1	0	0	0	0	0	0		7	0,7	0,8	1		7	490	656	852		схема 6	0	1	0			
10	схема 2	3	7	0	0	0	7												схема 7	0	0	1			
11	схема 3	16	16	0	0	0	16		Спрос мин					Целевая функция											
12	схема 4	0	0	0	0	0	0		время	1	2	3	4	5	6				22500	22500	0	0	0	22500	
13	схема 5	0	0	0	0	0	0		плат 1	40000	40000	25000	25000	25000	40000				0	27000	0	0	0	27000	
14	схема 6	0	0	0	0	0	0		плат 2	50000	50000	30000	30000	30000	50000				30000	0	30000	30000	30000	0	
15	схема 7	0	0	0	0	0	0		плат 3	65000	65000	35000	35000	35000	65000										
16																			0	40000	63204				
17	судно 2								Спрос макс										14820	4022	13530				
18	время	1	2	3	4	5	6		время	1	2	3	4	5	6				36563	0	14207				
19	схема 1	0	12	0	0	0	12		плат 1	48000	48000	30000	30000	30000	48000				0	0	0			2,30024	
20	схема 2	0	2	0	0	0	2		плат 2	60000	60000	36000	36000	36000	60000				0	0	0				
21	схема 3	0	0	0	0	0	0		плат 3	78000	78000	42000	42000	42000	78000				0	0	0			ЦФ	
22	схема 4	0	0	0	0	0	0												0	0	0			427845	
23	схема 5	0	0	0	0	0	0		Бюджет времени																
24	схема 6	0	0	0	0	0	0		время	1	2	3	4	5	6				Ограничения по спросу						
25	схема 7	0	0	0	0	0	0		судно 1	28	28	28	28	28	28				время	1	2	3	4	5	
26									судно 2	28	28	28	28	28	28				1 плат	40000	40000	25000	25000	25000	
27	судно 3								судно 3	28	28	28	28	28	28				2 плат	50000	50000	30000	30000	30000	
28	время	1	2	3	4	5	6												3 плат	65000	65000	35000	35000	35000	
29	схема 1	9	0	7	7	7	0		Тайм-чартер																

Рисунок Г.3 – Результаты оптимізації

Таблиця Г.7 – Значення параметрів управління, відповідні оптимального значення цільової функції

Структура флота, переменные						
время	1	2	3	4	5	6
v1=	1	1	0	0	0	1
v2=	0	1	0	0	0	1
v3=	1	0	1	1	1	0
Распределение судов, переменные						
судно 1						
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	0	0	0	0
схема 2	3	7	0	0	0	7
схема 3	16	16	0	0	0	16
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0
судно 2						
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	12	0	0	0	12
схема 2	0	2	0	0	0	2
схема 3	0	0	0	0	0	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0
судно 3						
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	9	0	7	7	7	0
схема 2	4	0	2	2	2	0
схема 3	0	0	4	4	4	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0

Оцінка економічної доцільності отриманого оптимального варіанту
постачання видобувних платформ.

Таблиця Г.8 - Час роботи суден, діб

Час	1	2	3	4	5	6
судно 1	22	28	0	0	0	28
судно 2	0	27	0	0	0	27
судно 3	28	0	26	26	26	0

Для першого судна ($j=1$):

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_1^i \cdot x_{1t}^i}{\tau} = \frac{22}{28} = 0,785, t = 1,$$

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_1^i \cdot x_{1t}^i}{\tau} = \frac{28}{28} = 1, t = 2,$$

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_1^i \cdot x_{1t}^i}{\tau} = \frac{28}{28} = 1, t = 6.$$

Для другого судна ($j=2$):

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_2^i \cdot x_{2t}^i}{\tau} = \frac{27}{28} = 0,964, t = 2,6,$$

Для третього судна ($j=3$):

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_3^i \cdot x_{3t}^i}{\tau} = \frac{28}{28} = 1, t = 1,$$

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_3^i \cdot x_{3t}^i}{\tau} = \frac{26}{28} = 0,928, t = 3, 4, 5.$$

Вихідні дані для проведення експериментальних розрахунків з урахуванням поправочного коефіцієнта на погодні умови

Таблиця Г.9 - Структура часу рейсу за варіантами з урахуванням поправочного коефіцієнта до ходового і стоянкового часу, діб

Варіант	Судно 1		Судно 2		Судно 3	
	t_{x1}^i	t_{cm1}^i	t_{x2}^i	t_{cm2}^i	t_{x3}^i	t_{cm3}^i
1	1,1	0,99	1,1	1,21	1,1	1,54
2	0,77	0,66	0,77	0,825	0,77	1,1
3	0,66	0,66	0,66	0,825	0,66	1,1
4	0,88	0,66	0,88	0,825	0,88	1,1
5	0,55	0,33	0,55	0,44	0,55	0,66
6	0,44	0,33	0,44	0,44	0,44	0,66
7	0,44	0,33	0,44	0,44	0,44	0,66

Таблиця Г.10 – Час рейсу за варіантами з урахуванням поправочного коефіцієнта, діб

Варіант	Судно 1	Судно 2	Судно 3
1	2,09	2,31	2,64
2	1,43	1,595	1,87
3	1,32	1,485	1,76
4	1,54	1,705	1,98
5	0,88	0,99	1,21
6	0,77	0,88	1,1
7	0,77	0,88	1,1

Таблица Г.11 – Витрати за варіантами з урахуванням збільшення часу рейсу,
дол. США

Варіант	Судно 1	Судно 2	Судно 3
1	1397	1848	2290
2	968	1285	1614
3	858	1148	1459
4	1078	1421	1769
5	649	858	1092
6	539	722	937
7	539	722	937

Таблица Г.12 - Значення параметрів управління, відповідні оптимального
значення цільової функції з урахуванням можливого негативного впливу
погодних умов

Структура флота, переменные						
время	1	2	3	4	5	6
v1=	0	0	2	2	2	0
v2=	1	1	0	0	0	1
v3=	1	1	0	0	0	1
Распределение судов, переменные						
	судно 1					
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	13	13	13	0
схема 2	0	0	3	3	3	0
схема 3	0	0	6	6	6	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0

Продовження табл. Г.12

	судно 2					
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	0	0	0	0
схема 2	4	4	0	0	0	4
схема 3	12	12	0	0	0	12
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0
	судно 3					
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	9	9	0	0	0	9
схема 2	2	2	0	0	0	2
схема 3	0	0	0	0	0	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	0	0	0	0
схема 7	0	0	0	0	0	0

Аналіз ефективності використання бюджету часу суден з урахуванням
впливу погодних умов

Таблица Г.13 - Час роботи суден з урахуванням впливу погодних умов, діб

Час	1	2	3	4	5	6
судно 1	0	0	39	39	39	0
судно 2	24	24	0	0	0	24
судно 3	28	28	0	0	0	28

Для першого судна ($j=1$):

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_1^i \cdot x_{1t}^i}{\tau} = \frac{39}{56} = 0,696, t = 3, 4, 5,$$

Для другого судна ($j=2$):

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_2^i \cdot x_{2t}^i}{\tau} = \frac{24}{28} = 0,857, t = 1, 2, 6,$$

Для третього судна ($j=3$):

$$\frac{\sum_{i=1}^7 t_3^i \cdot x_{3t}^i}{\tau} = \frac{28}{28} = 1, t = 1, 2, 6.,$$

Таблиця Г.14 – Оптимальний план при зменшенні відстані від бази на 50 км

Структура флота, переменные						
время	1	2	3	4	5	6
v1=	2	2	0	0	0	2
v2=	0	0	1	1	1	0
v3=	0	0	0	0	0	0
Распределение судов, переменные						
судно 1						
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	0	0	0	0
схема 2	0	0	0	0	0	0
схема 3	0	0	0	0	0	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	25	25	0	0	0	25
схема 6	31	31	0	0	0	31
схема 7	41	41	0	0	0	41
судно 2						
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	0	0	0	0
схема 2	0	0	12	12	12	0
схема 3	0	0	5	5	5	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	0	0	0	0	0	0
схема 6	0	0	10	10	10	0
схема 7	0	0	0	0	0	0

Таблица Г.15 – Оптимальный план при зменшенні відстані від бази на 90 км

Структура флота, переменные						
время	1	2	3	4	5	6
v1=	2	2	1	1	1	2
v2=	0	0	0	0	0	0
v3=	0	0	0	0	0	0
Распределение судов, переменные						
	судно 1					
время	1	2	3	4	5	6
схема 1	0	0	0	0	0	0
схема 2	0	0	0	0	0	0
схема 3	0	0	0	0	0	0
схема 4	0	0	0	0	0	0
схема 5	25	25	16	16	16	25
схема 6	31	31	19	19	19	31
схема 7	41	41	22	22	22	41

ДОДАТОК Д

Утверждаю
Директор компании
ЧГМА «Инфлот»

АКТ

внедрения результатов диссертационной работы на соискание к.т.н., доцента Кравченко Александры Анатольевны

Руководство компании ЧГМА «Инфлот» рассмотрело представленные соискателем научной степени кандидата технических наук методические рекомендации по совершенствованию работы обслуживающих судов в портах.

Для агентских компаний актуальным является переход от решения задачи выбора схемы бункеровки и снабжения судов обслуживающим флотом к современным методам организации маршрута.

В качестве критерия оптимальности при выборе маршрута работы обслуживающих судов в сложившихся условиях следует использовать показатель минимум расходов за круговой рейс при ограниченном времени продолжительности рабочей смены.

Применение данного метода обеспечивает снижение расходов по организации работы судов снабжения при обслуживании морских судов в Черноморском регионе.

Настоящий акт составлен о том, что с 1 ноября по 20 декабря 2018 г. было проведено экспериментальное применение представленного Кравченко А.А. метода составления оптимального маршрута, в компании ЧГМА «Инфлот». Расчеты показателей оценки эффективности работы судов по разработанному маршруту предоставленным методом, на базе современных технологий, позволило снизить расходы по работе судов на 2 %.

Дата
23.12.2018



ДОДАТОК Е

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Капітан МБ «Булат»

«11» лютого 2019 р.

АКТ

впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи

Кравченко Олександри Анатоліївни за спеціальністю

05.22.20 – «Експлуатація та ремонт транспортних засобів»

1. Найменування результату наукового дослідження:

Теоретичні та методичні положення щодо організації роботи спеціалізованих суден (буксирів) при обслуговуванні суден-танкерів, що заходять в порт або обслуговуються на рейді та нафто-наливних терміналів в морських портах.

2. Розробник:

Здобувач ступеню кандидата технічних наук кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету Кравченко Олександра Анатоліївна.

3. Найменування об'єкта, на якому впроваджено захід:

ДП ОМТП, МБ «Булат».

4. Науково-технічна доцільність впровадження:

Використання запропонованих методичних положень та рекомендацій з організації роботи спеціалізованих суден при обслуговуванні суден-танкерів та нафто-наливних терміналів у портах дозволяє:

- Забезпечити безперервний процес обслуговування нафто-наливних терміналів та суден-танкерів, враховуючи операції на рейді;
- Визначити оптимальний маршрут роботи спеціалізованих суден по забезпеченню та обслуговуванню терміналів у морських портах;
- Забезпечити досягнення кращих експлуатаційних та економічних показників роботи спеціалізованих суден за рахунок скорочення витрат на утримання після оптимізації маршруту роботи.

Отримані результати показників ефективності роботи спеціалізованих суден після експериментального використання запропонованого методу організації роботи дозволили зменшити витрати на роботу та утримання спеціалізованих суден при обслуговуванні та забезпеченні нафто-наливних терміналів та суден-танкерів на 1,5 %.

Відповідальний за впровадження заходу,
Капітан МБ «Булат»



Медвинський О.С.

ДОДАТОК Ж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Капітан МБ «Ударник»

«20» березня 2019 р.

АКТ

впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи

Кравченко Олександри Анатоліївни за спеціальністю

05.22.20 – «Експлуатація та ремонт транспортних засобів»

1. Найменування результату наукового дослідження:

Теоретичні та методичні положення щодо організації роботи спеціалізованих суден (буксирів) при обслуговуванні суден-танкерів, що заходять в порт або обслуговуються на рейді та нафто-наливних терміналів в морських портах.

2. Розробник:

Здобувач ступеню кандидата технічних наук кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету Кравченко Олександра Анатоліївна.

3. Найменування об'єкта, на якому впроваджено захід:

ДП ОМТП, МБ «Ударник».

4. Науково-технічна доцільність впровадження:

Використання запропонованих методичних положень та рекомендацій з організації роботи спеціалізованих суден при обслуговуванні суден-танкерів та нафто-наливних терміналів у портах дозволяє:

- Забезпечити безперервний процес обслуговування нафто-наливних терміналів та суден-танкерів, враховуючи операції на рейді;
- Визначити оптимальний маршрут роботи спеціалізованих суден по забезпеченню та обслуговуванню терміналів у морських портах;
- Забезпечити досягнення кращих експлуатаційних та економічних показників роботи спеціалізованих суден за рахунок скорочення витрат на утримання після оптимізації маршруту роботи.

Отримані результати показників ефективності роботи спеціалізованих суден після експериментального використання запропонованого методу організації роботи дозволили зменшити витрати на роботу та утримання спеціалізованих суден при обслуговуванні та забезпеченні нафто-наливних терміналів та суден-танкерів на 2 %.

Відповідальний за впровадження заходу,
Капітан МБ «Ударник»



Косенков А.Є.

ДОДАТОК 3



АКТ

**впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи
Кравченко Олександри Анатоліївни за спеціальністю
05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»**

Керівництво компанії ПАТ «Синтез Ойл» розглянуло представлені здобувачем наукового ступеню кандидата технічних наук теоретичні положення та методичні рекомендації щодо вибору способу транспортування нафти при обслуговуванні суден-танкерів, що заходять в порт для здійснення вантажних операцій на нафто-наливних терміналах або обслуговуються на рейді.

Для транспортних компаній, які обслуговують нафтовий сектор актуальним є підвищення ефективності процесу транспортування нафти і нафтопродуктів з / на судна-танкери, в тому числі й судна, що проводять вантажні операції на рейдах в морських портах.

В якості показника оцінки ефективності при виборі виду транспорту та способу транспортування нафти і нафтопродуктів слід використовувати показник зведених витрат.

Використання запропонованих теоретичних положень та методичних рекомендацій щодо вибору способу транспортування вуглеводнів при обслуговуванні суден-танкерів, що заходять в порт для здійснення вантажних операцій на нафто-наливних терміналах або обслуговуються на рейді дозволяє:

- Визначити технічні засоби та спосіб транспортування нафти і нафтопродуктів з / на судна-танкери, що обслуговуються на рейдах у морських портах;
- Зменшити питомі витрати на транспортування вуглеводнів з / до берегової інфраструктури нафто-наливних терміналів у морських портах.

Отримані результати показників оцінки ефективності транспортування вуглеводнів, що були реалізовані в компанії відповідно до представленого методу та на базі сучасних технологій в період з 21 січня по 29 березня 2019р. дозволили обґрунтувати оптимальні технічні засоби та спосіб транспортування нафти і нафтопродуктів. Також підвищити ефективність рішень, що приймаються при обґрунтуванні способу доставки вуглеводнів з / на судна-танкери, що обслуговуються на рейді в морських портах за рахунок зменшення зведених витрат.

09.04.2019р.

(Підпис)

ДОДАТОК И

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з науково-педагогічної роботи
Одеського національного морського університету

Марков В.В.

978 10 20 20 р.

АКТ ВИКОРИСТАННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
КРАВЧЕНКО ОЛЕКСАНДРИ АНАТОЛІЇВНИ
В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Цей акт підтверджує, що результати дисертаційного дослідження ст. викладача кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Кравченко Олександри Анатоліївни, яке представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту, використовуються при проведенні лекційних та практичних занять з дисциплін «Експлуатація транспортних засобів», «Основи теорії транспортних процесів і систем», «Управління роботою флоту», «Організація і управління роботою спеціалізованого флоту» в процесі підготовки бакалаврів та магістрів Науково-дослідного інституту морського бізнесу ОНМУ.

Узгоджено:

Заступник начальника НМВ ОНМУ

Тузова І.А.

Директор ННІМБ

Онищенко С.П.

ДОДАТОК К

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з НОУ
Одеського національного морського університету
А.В. Шахов
2020 р.



АКТ

Використання результатів дисертаційного дослідження
старшого викладача кафедри
«Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»
Одеського національного морського університету
Кравченко Олександри Анатоліївни
у науково-дослідній темі

**К33-12 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на
міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації
міжнародного судноплавства»
(номер державної реєстрації 0112U001850)**

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження О.А. Кравченко, яке представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту, використовувались в науковій роботі Одеського національного морського університету при виконанні теми К33-12 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства» (номер державної реєстрації 0112U001850).

В роботі К33-12, яка виконувалась у період з 2012 р. до 2014 р. результати дисертаційного дослідження представлені в розділах:

До питання реєстрації суден і безпеки мореплавства (2012 р.);

Обґрунтування необхідності обліку незначних розливів нафти, кількістю менше 7 тонн (2013 р.);

Перспективи суднобудування нафтоналивного флоту України (2014 р.).

Узгоджено:

ПДІ ОНМУ, д.т.н., проф.

К.В. Ступов

Зав. науково-виробничим відділом

О.Г. Коровіна

ДОДАТОК Л

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з НОР
Одеського національного морського університету
А.В. Шахов
2020 р.

76



АКТ

Використання результатів дисертаційного дослідження
старшого викладача кафедри
«Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»
Одеського національного морського університету
Кравченко Олександр Анатолійович
у науково-дослідній темі
**К05-15 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на
ринку міжнародного судноплавства»**
(номер державної реєстрації 0115U003601)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження О.А. Кравченко, яке представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту, використовувались в науковій роботі Одеського національного морського університету при виконанні теми К05-15 «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства» (номер державної реєстрації 0115U003601).

В роботі К05-15, яка виконувалась у період з 2015 р. до 2017 р. результати дисертаційного дослідження представлені в розділах:

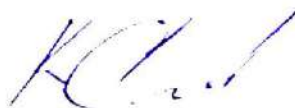
Аналіз динаміки видобутку нафти в Світі (2015 р.);

Аналіз причин і оцінка обсягів малих розливів нафти та нафтопродуктів в морських портах (2016 р.);

Класифікація технічних засобів, що забезпечують процес видобутку і транспортування вуглеводнів в шельфах Чорного та Азовського морів (2017 р.).

Учтено:

Н.Д. ОНМУ, д.т.н., проф.



К.В. Ступов

Зав. науково-виробничим відділом



О.І. Коровіна

ДОДАТОК М



АКТ

Використання результатів дисертаційного дослідження
старшого викладача кафедри
«Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»
Одеського національного морського університету

Кравченко Олександр Анатолійович
у науково-дослідній темі

К04-17 «Проблеми розвитку морського транспорту і туризму»
(номер державної реєстрації 0118U004692)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційного дослідження О.А. Кравченко, яке представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту», використовувались в науковій роботі Одеського національного морського університету при виконанні теми К04-17 «Проблеми розвитку морського транспорту і туризму» (номер державної реєстрації 0118U004692).

В роботі К04-17 у 2018 р. результати дисертаційного дослідження представлені розділами:

Перспективи видобутку, технологія перевезення та дослідження впливу вибухових в нафтах морів вуглеводнів на ринок офшорного флоту.

Розробка методології вибору маршруту роботи суден постачання вибухових платформ в нафтах морів.

Укладено:

НДЦ ОНМУ, ч.г.н., проф.

К.В. Ступов

Зав. науково-виробничим відділом

О.І. Коровін