

Раздел 1 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt96/1

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В ПОРТЫ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ГЛУБИНАМИ

С.А. Худяков, доктор технических наук, профессор

Г. А. Зеленков, доктор физико-математических наук, профессор

Т. Н. Тимченко, кандидат экономических наук, доцент

Основной задачей судовладельца является обеспечение потребностей фрахтователя в организации перевозки морем в заданном диапазоне партионности груза и дат его готовности к отправке. Зачастую перевозчики сталкиваются с проблемой организации рейса в порты с ограниченными глубинами. В статье приводятся возможные варианты организации захода судов с увеличенной осадкой в порты с ограниченными глубинами, основные этапы лихтеровочных операций, концептуальные аспекты выбора района лихтеровки, основные требования безопасности, а также целесообразность проведения таких операций в каждом конкретном рейсе. В качестве обоснования этого в статье представлены возможные варианты организации перевозки груза нитрат аммония по направлению Роттердам – Архангельск (терминал «Бакарица»).

Ключевые слова: увеличенная осадка судна, ограниченные глубины, лихтеровочные операции, оптимизация рейсовых запасов, оптимальный вариант.

The main task of the shipowner is to meet the needs of the charterer in organizing transportation by sea in a given range of cargo batches and dates of its preparation for shipment. Often, carriers are faced with the problem of the organization of the flight in ports with limited depth. The article presents possible options for organizing the entry of vessels with increased draught to ports with limited depths, the main stages of lightering operations, conceptual aspects of choosing a lightering area, the main safety requirements, as well as the feasibility of such operations in each particular voyage. As a justification for this, the article presents possible options for organizing the transportation of ammonium nitrate cargo in the direction of Rotterdam – Arkhangelsk (Bakaritsa terminal).

Key words: increased draft of the vessel, limited depth, lighter operations, optimization of voyage reserves, the best option.

В настоящее время, в условиях повышенной конкуренции на рынке транспортных услуг, при получении запроса от фрахтователя (продавец или покупатель груза, экспедитор) перед судовладельцем возникает необходимость организации перевозки грузов морем не только в сохранном и качественном виде, но и с удовлетворением потребностей клиента в рамках партионности груза и тоннажной группы судов. В этой связи, зачастую, перед судовладельцем возникает необходимость поиска возможных путей организации захода судна с увеличенной осадкой на выгрузку в порты с ограниченными глубинами.

На сегодняшний день существует несколько вариантов организации захода судна с увеличенной осадкой в порт с ограниченными глубинами для выгрузки груза:

1 Оптимизация запасов на борту судна таким образом, чтобы на момент захода судна в порт выгрузки их было минимальное количество.

2 Лихтеровка в глубоководной части порта.

3 Бункеровка судна в порту освобождения на весь рейс.

Наглядно возможные варианты организации захода морского судна с увеличенной осадкой в порт с ограниченными глубинами для выгрузки представлены на рисунке 1.

Для того чтобы запасы были минимальными в порту выгрузки, необходимо бункероваться в порту освобождения с расчетом на весь предстоящий рейс. Таким образом, к окончанию рейса запас топлива на борту будет минимальный. Также запасы воды и продовольствия должны быть минимальными.

Вторым вариантом организации захода морского судна с увеличенной осадкой в порты с ограниченными глубинами может стать проведение лихтеровочных операций. Лихтеровка - процесс разгрузки или погрузки судов на рейде с помощью лихтера (несамоходное/самоходное морское судно, которое используется для перевозки

грузов), а также для беспричальных грузовых операций при погрузке или разгрузке на рейде глубоководных судов, которые не могут войти в порт.

Наглядно процесс лихтеровки судна проиллюстрирован на рисунке 2.



Рисунок 1 – Возможные варианты организации захода морского судна в порты с ограниченными глубинами для выгрузки



Рисунок 2 – Процесс лихтеровки балкеров

Основная цель лихтеровки - это уменьшение осадки глубоко сидящего судна для последующего безопасного входа в порт к причалу для завершения выгрузки или же полная выгрузка или погрузка судна, которое из-за имеющихся ограничений по осадке или размерам не может зайти в порт в заданном районе. Необходимость в таких

операциях особенно остро стоит в районах с мелководными портами и портами расположенными на реках [1].

Планирование лихтеровочных операций состоит из определенных этапов, которые представлены на рисунке 3.

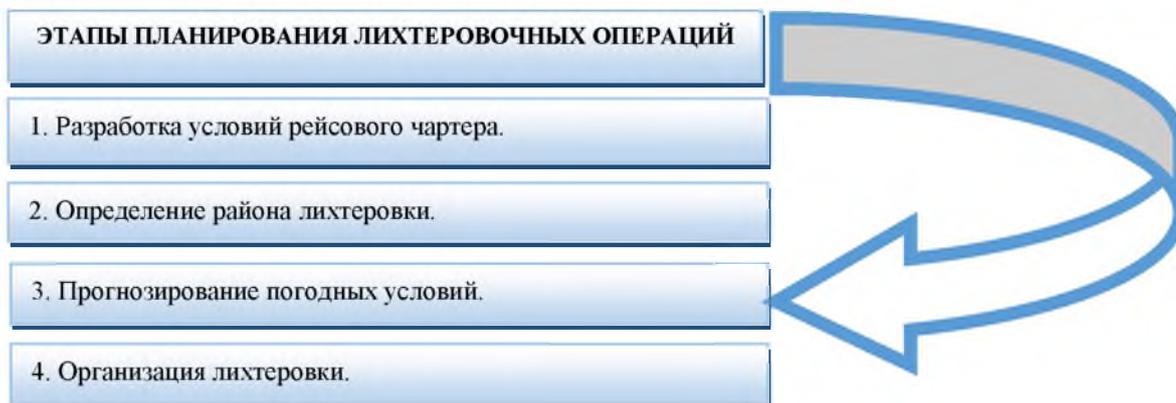


Рисунок 3 – Этапы планирования лихтеровочных операций

Рассмотрим эти процессы подробнее.

Лихтеровка обычно инициируется трейдерами (продавцами-покупателями) груза. Им приходится прибегать к лихтеровке в тех местах где спрос на экспорт или импорт этого груза значительно превышает возможности по его перевалке и хранению. Когда трейдеры видят необходимость в лихтеровке, они обращаются к судоводному сообществу за помощью в организации такой операции. Исходя из местных условий и требований к проведению подобных операций, брокер обратится к судовладельцам с предложением организовать в определенном месте судно накопитель на условиях тайм чартера или же на условиях рейсовых чартеров, организовать выгрузку или погрузку крупнотоннажного судна. Если лихтеровку необходимо произвести в национальных водах какого-нибудь государства организаторы должны ознакомиться с местными правилами и законодательством для получения разрешения от местных властей. Это может потребовать от организатора согласовать с местными властями предполагаемый район лихтеровки, выбор такого района должен быть произведен с учётом возможных чрезвычайных последствий от проведения данной операции. Поэтому в этой стадии также прорабатывается и утверждается план действий в случае возникновения чрезвычайных обстоятельств.

Непосредственно перед началом лихтеровки организаторы должны проинформировать

надлежащие власти. Это может быть сделано самими организаторами или поручено капитану судна, на которого возложено общее управление лихтеровкой.

Когда организаторы планируют проведение лихтеровочной операции, они должны удостовериться, что суда, предполагаемые к использованию в этой операции, имеют совместимый дизайн и оборудование. Т.е. предполагаемые швартовые операции, подключение передаточных устройств и необходимая связь может быть осуществлена безопасно и эффективно. Первоначальная информация должна базироваться на информации от судовладельцев перед заключением чартера.

Район предполагаемой лихтеровки может быть, как относительно большим так и очень малым. Размер места доступного для лихтеровки и будет предопределять тип необходимых маневров. В случае лихтеровки в открытом море, когда планируется, что оба судна будут на ходу, предполагаемый район лихтеровки будет иметь максимальные размеры. Оба капитана должны заранее согласовать район проведения лихтеровки, метод швартовки и в каком состоянии будет произведена лихтеровка (в дрейфе, на якоре или на ходу). Основные моменты которые должны быть учтены организаторами при выборе района лихтеровки отражены на рисунке 4.

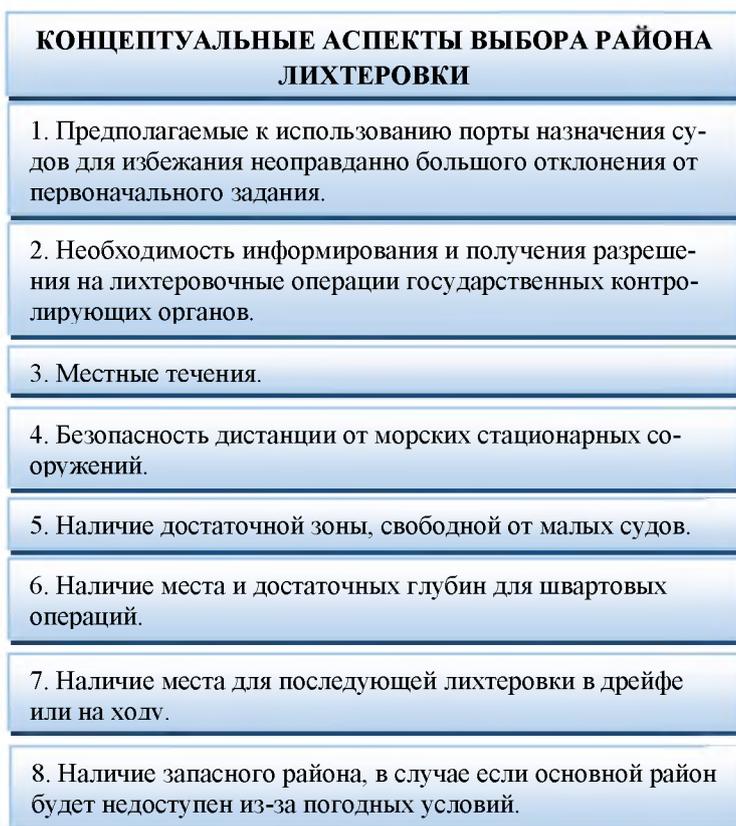


Рисунок 4 – Концептуальные аспекты выбора района лихтеровки

По мнению авторов, не совсем правильно заранее устанавливать какие-либо погодные ограничения для проведения запланированной лихтеровки, потому, что в реальности ограничения будут вызваны реальным воздействием непогоды на кранцы и качку задействованных судов относительно друг друга, учитывая при этом надводный борт судов. Если грузовые операции планируются на якоре, тогда взаимное действие течения и погоды должны быть учтены, в особенности их суммарное воздействие на движение судна, стоящего на якоре.

Необходимо принять во внимание все возможные долгосрочные и краткосрочные прогнозы погоды, как перед началом грузовых операций, так и во время их проведения. Во время маневрирования и швартовых операций видимость должна быть достаточной для безопасного маневрирования, принимая во внимание безопасность навигации и требования по предупреждению столкновения. Маневрирование должно начинаться только когда оба капитана согласны с тем, что внешние условия удобны и безопасны для швартовки и грузовых операций.

Как правило, согласно условиям рейсового чартера компания фрахтователя оплачивает процесс лихтеровки. При этом в чартере будут указаны требования по оборудованию судов, а также иное оборудование, необходимое для успешного проведения лихтеровки, с указанием стороны обязанной его предоставить. На практике, чаще всего, фрахтователь обращается в специализированное лихтеровочное (STS or lightering) агентство, которое оказывает услуги в организации лихтеровки и предоставления необходимого оборудования.

В общем случае в договор перевозки включается специальная дополнительная оговорка (или оговорки), прописывающая обязанности участников договора в случае необходимости перевалки груза в море. Перегрузка в море связана с дополнительными рисками и прежде всего зависит от погодных условий, поэтому важно учесть все возможные риски при заключении контракта.

Рассмотрим основные «лихтеровочные» статьи и оговорки, касающихся перевалки грузов на море:

1. Фрахтователь имеет право на полную или частичную выгрузку груза путём лихтеровки судна на открытом рейде или в море в указанном районе или месте назначения.

2. Судовладелец несет ответственность за то, что капитан судна и экипаж будут соответствовать и всегда придерживаться этих

рекомендаций если это не противоречит безопасности экипажа, судна или груза.

3. Фрахтователь обязан обеспечить и оплатить необходимое оборудование для производства лихтеровки.

4. Фрахтователь имеет право нанять и назначить за свой счёт дополнительный персонал, например лоцмана/ов (mooring master/s) грузового помощника (supercargo).

5. Капитан судна имеет право в любой момент прервать швартовые или грузо-вые операции выполнение которых, по его мнению, не безопасно. Такие операции не должны возобновляться до тех пор, пока не наступит момент когда, по мнению капитана, их можно будет выполнить безопасно.

6. Фрахтователь обязан заблаговременно согласовать и получить необходимое разрешение властей на производство лихтеровки в строго оговоренном районе (Обычно власти располагают специально выделенными ресурсами и имеют заранее разработанный чрезвычайный план на случай аварии при лихтеровке опасных грузов в зоне своей ответственности) [2].

Общий контроль и руководство лихтеровкой обычно негласно закреплено за капитаном неманеврирующего судна. Иногда, в случае если капитан не имеет опыта подобных операций, руководство операцией по взаимному согласию переходит к капитану маневрирующего судна. В случае если оба капитана не имеют надлежащего опыта проведения подобных операций, рекомендуется нанять суперинтенданта, имеющего достаточный опыт для помощи капитанам, непосредственно на время проведения операции. В любом случае ответственность за свой экипаж, судно и груз остается с капитаном каждого из судов.

Капитаны должны выработать и согласовать между собой общий план по швартовке, проведению грузовых операций и отшвартовке судов. Этот план должен содержать действия обоих судов в чрезвычайных ситуациях. В некоторых регионах лихтеровка разрешена только при использовании официального лоцмана. В этом случае лоцман выступает в роли советчика и эксперта местных условий, а капитан каждого из судов остается ответственным за действия своего судна.

Лихтеровка является серьезной задачей для экипажа. Каждый капитан должен представлять и планировать продолжительность предстоящей операции с целью организации полноценной вахты и другого необходимого на весь ее период с учётом полноценного отдыха задействованного персонала. По этой причине перегрузка на два

судна одновременно (ошвартованные с обоих бортов) не рекомендуется. Капитан должен убедиться, что судно в любой момент будет располагать достаточным количеством отдохнувшего персонала. Вахта должна быть организована на

мостики и на палубе, а если необходимо, то и в машинном отделении [3].

Основные требования по безопасности при проведении лихтеровки представлены на рисунке 5.

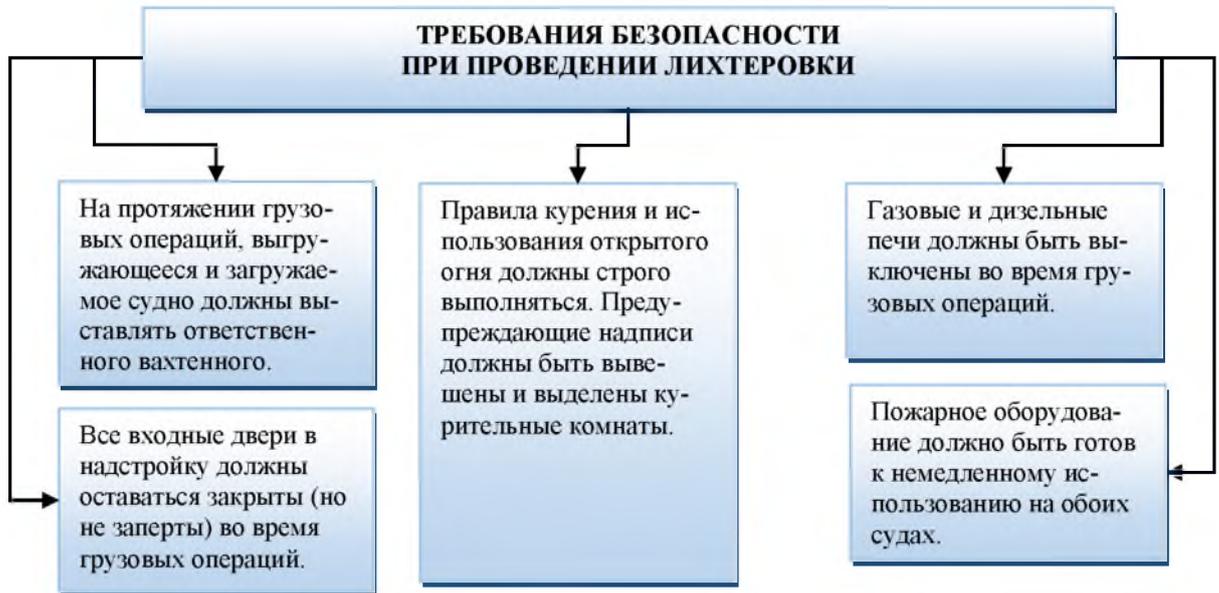


Рисунок 5 – Требования безопасности при проведении лихтеровки

Капитан каждого судна должен назначить какие конкретно двери должны быть использованы персоналом на протяжении всей операции. Каждая дверь, открываемая для прохода, должна быть немедленно закрыта после использования. Система кондиционирования должна быть переключена на рециркуляцию.

Рассмотрим целесообразность проведения лихтервоочных операций при заходе судна на выгрузку в порт с ограниченными глубинами на примере рейса по направлению Роттердам – Архангельск (терминал «Бакарица»). К перевозке предъявляется груз нитрат аммония в количестве $8000 + 10\%$.

Порт Архангельск один из крупнейших портов на севере России. Порт открыт для захода судов круглый год. Плавание судов в ледовых условиях начинается с момента появления на акватории порта первичных форм льда (конец октября – начало ноября) и заканчивается после окончания ледохода в устьевой части реки Северная Двина (конец апреля – начало мая). С наступлением ледостава (лед достиг толщины более 5 см, смерзшийся лед не дрейфует) допускается плавание судов, имеющих категорию ледовых усиления не ниже «ЛУ-1» Морского Регистра или равноценную ей категорию иного классификационного общества. Проводка судов через лед в этот период осуществляется ледоколами на условиях зимней навигации.

Архангельский морской порт принимает

суда с осадкой до 9,2 метра, длиной до 175 метров, шириной до 30 метров. Схема порта Архангельск наглядно представлена на рисунке 6.

Длина судов, идущих в ПРП «Бакарица», не должна превышать 135 метра в летнюю навигацию и 165 метра в зимнюю навигацию при установившемся ледовом русле, максимально допустимая осадка 7,5 метров.

При выполнении рейса по направлению Роттердам-Архангельск перевозка будет осуществляться из морского порта в смешанный порт. При данном переходе будет изменяться осадка судна из-за различной плотности воды. Плотность соленой воды больше плотности пресной. При температуре 0оС океанская вода средней солености имеет плотность 1,028 г/см³. В то время как плотность пресной воды при температуре 0оС составляет 0,999 г/см³. Для больших океанских судов увеличение осадки при заходе в пресные воды может достигать 0,3 м. Изменение осадки также зависит от конструктивных особенностей судна.

При переходе судна из порта Роттердам в порт Архангельск осадка увеличится, так как плотность пресной воды меньше, и судно погрузится в воду. Изменение осадки от плотности воды необходимо будет рассчитать заранее, чтобы судно могло пройти на нужный терминал. Кроме того, суда, идущие в ПРП «Бакарица», должны пройти под железнодорожным №3-4 и автомобильным №3л-4л (центральные пролеты) мостами, что наглядно видно на рисунке 7.

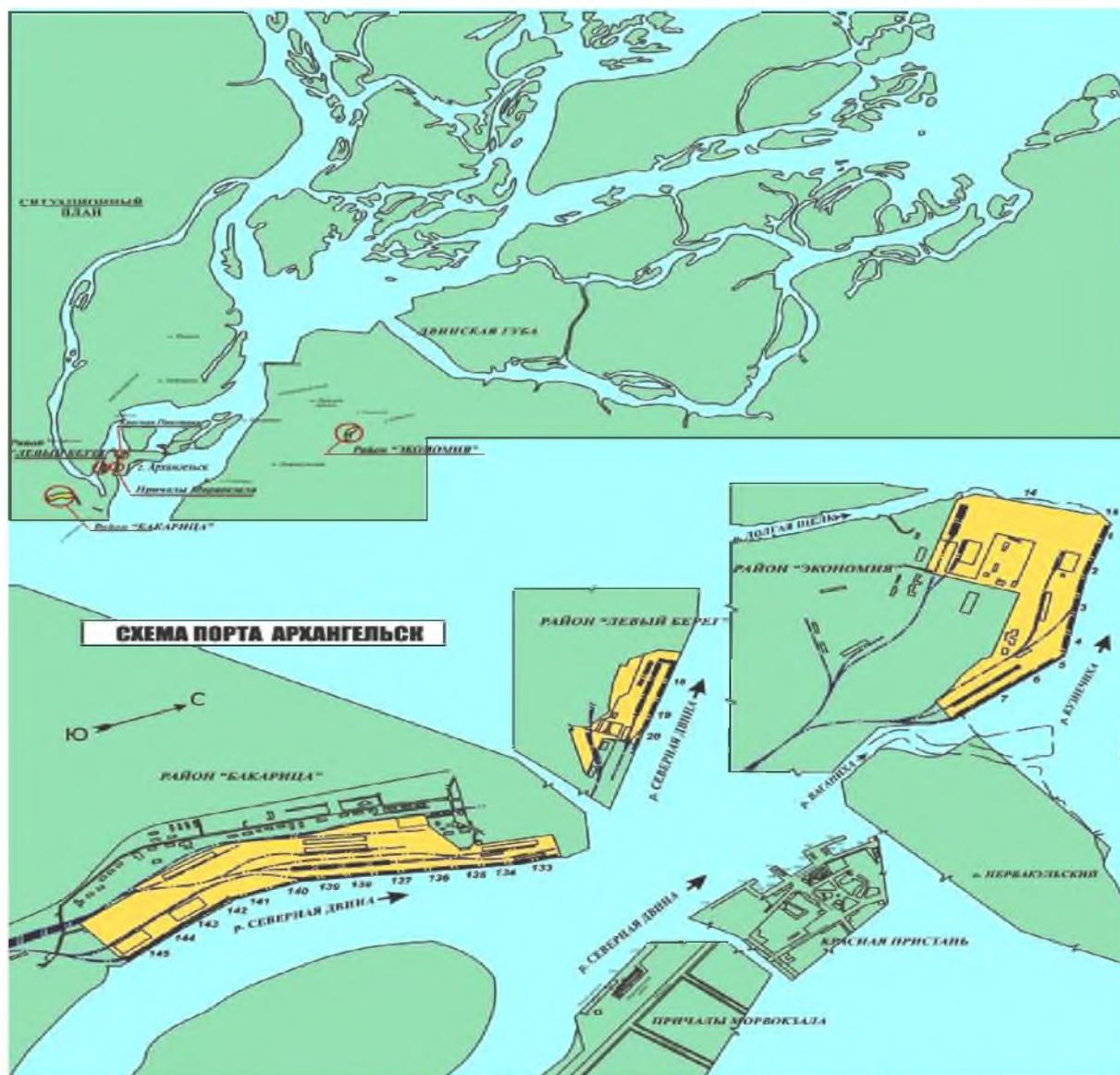


Рисунок 6 - Схема порта Архангельск



Рисунок 7 - Разведенный железнодорожный мост в порту Архангельск

Проход судов под подъемными пролетами производится ежесуточно: под автодорожным мостом с 01.00 до 04.00, под железнодорожным мостом с 01.20 до 03.20 по московскому времени. Подъемные пролеты предназначены для прохода

судов с высотой рангоута более 14 метров, но не более 40 метров, в установленные сроки. Суда с высотой рангоута менее 14 метров могут проходить под мостами в любое время суток. Рангоут -

это совокупность надпалубных конструкций и деталей оборудования судна, предназначенных для выполнения определенных функций, например, крепление грузовых устройств.

Подъем центральных пролетов мостов для прохода судов не производится:

- при скорости ветра свыше 14 м/с;
- при температуре воздуха ниже –26 градусов С;
- при видимости менее 0,5 мили;

– на период 20 календарных дней после окончания ледохода на акватории порта.

Проход судов под подъемным пролетом автодорожного моста запрещен:

- при скорости отливного попутного течения более 2 узлов;
- судам длиной более 135 метров.

На рисунке 8 представлен порядок движения судов под железнодорожным мостом в протоке Бакарица.

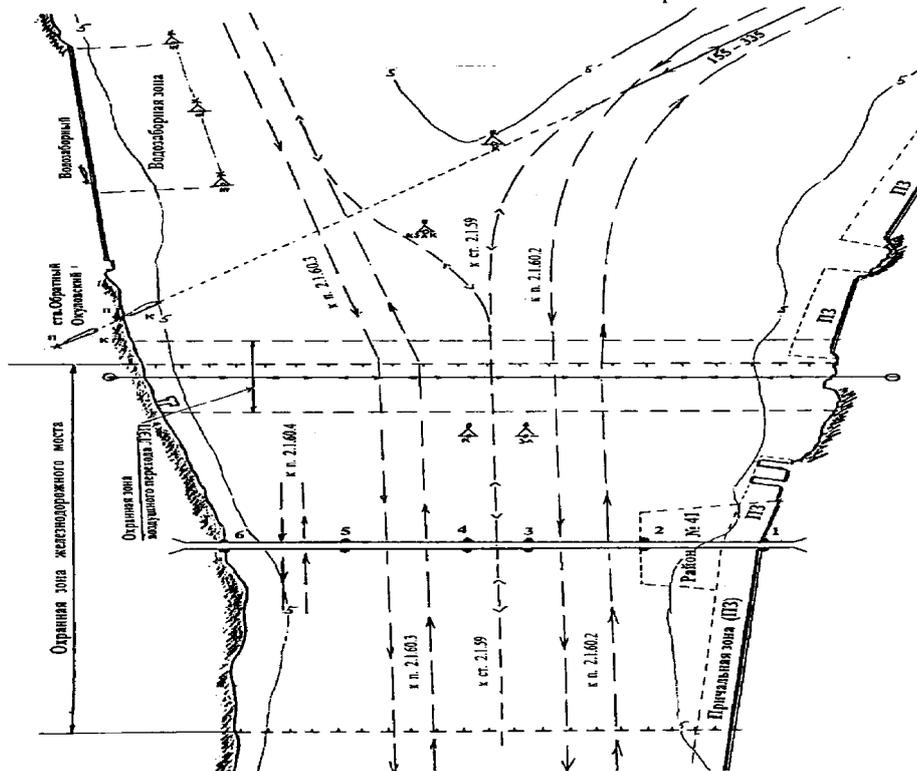


Рисунок 8 - Порядок движения судов под железнодорожным мостом в протоке Бакарица

Возможность штормовой погоды в рейсе по направлению Роттердам-Архангельск накладывает ограничение на класс судна. Судно типа река-море может плавать на волнении 6,0 м с удалением от места убежища в открытых морях не более 50 миль с расстоянием между местами убежища не более 100 миль. Самое сильное ветровое волнение наблюдается в Норвежском море, где высота волн может достигать 27 м.

Влияние морского ветрового волнения на судоходство огромно: это и безопасность мореплавания, и экономические показатели, связанные со временем и расстоянием если судно, идет «против волн» либо «по волнам». Исходя из данных обстоятельств, можно сделать вывод, что речное судно не подходит для организации данной перевозки.

При анализе предложений на фрахтовом рынке для осуществления перевозки нитрата аммония из Роттердама в Архангельск были выбраны

два судна: «Oslo Bulk 3» и «JRS Merkur». Основные технико-эксплуатационные характеристики судов представлены в таблице 1.

При выборе судов существенную роль в принятии решения играл тот факт, что максимальная осадка в порту Архангельск на терминале Бакарица, где выгружается груз, составляет максимум 7,5 м. Также максимальная длина судна не должна превышать 135 метров. С учетом партионности груза была определена максимальная загрузка судов, наглядно представленная в таблице 2.

Основополагающим критерием выбора конкретного судна для организации перевозки является соблюдение партионности отправки, предложенной грузоотправителем (8000±10% т) и экономическая эффективность от осуществления перевозок (тайм-чартерный эквивалент). Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Технико-эксплуатационные характеристики судов

Наименование показателя	«Oslo Bulk 3»	«JRS Merkur»
		
Длина максимальная, м	108,20	107
Осадка в полном грузу, м	7,057	9,00
Дедвейт, т	8029	9377
Скорость в грузу, миль/час	12,0	16,1

Таблица 2 – Загрузка судов

Показатель	«Oslo Bulk 3»	«JRS Merkur»
Максимальная партионность, т	8800,00	8800,00
Минимальная партионность, т	7200,00	7200,00
Дч, т	7888,97	7667,92
Qw, т	17007,07	10520,05
Q гр, т	7888,97	7667,92

Таблица 3 – Экономическая эффективность перевозки нитрата аммония из порта Роттердам в порт Архангельск

Судно	$\Sigma F, \$$	$\Sigma R_{\text{экспл}}, \$$	$\Sigma П_{\text{экспл}}, \$$	ТЧЭ, \$/сут
«Oslo Bulk 3»	276078,90	150460,50	22078,40	1652,57
«JRS Merkur»	268377,20	135896,00	25281,20	1886,57

Как известно, тайм-чартерный эквивалент показывает доход, который получает судовладелец в сутки эксплуатации судна, за вычетом переменных расходов (портовых, канальных и на топливо). Из представленной таблицы видно, что в ходе расчётов по организации перевозки нитрата аммония из порта Роттердам в порт Архангельск ТЧЭ по судну «Oslo Bulk 3» составил 1652,57 амер. долл. в сутки, по судну «JRS Merkur» - 1886,57 амер. долл. в сутки.

Однако у судна «JRS Merkur» осадка в полном грузу не позволяет пройти на терминал «Бакарица». В этой связи рассмотрим целесообразность проведения либо операций по лихтеровке, либо оптимизацию рейсовых запасов с целью захода судна в порт на выгрузку.

При использовании лихтеровки условия рейса останутся прежними. Возможно лишь увеличение количества принятого груза, вследствие отсутствия ограничения по осадкам. В соответствии с ранее проведенными расчетами количество груза, которое может принять судно по грузовместимости составляет 10520,05 тонн. Так как максимальная партионность груза из условий

контракта составляет 8800,00 тонн, то судно примет на борт 8800,00 тонн груза.

Если судно примет 8800,00 тонн груза, осадка будет составлять 8,56 м. Для того чтобы судно с увеличенной осадкой прошло на терминал выгрузки «Бакарица» при ограниченной осадке необходимо выгрузить 1070,60 т груза с помощью лихтеровки, а оставшееся количество груза судно выгрузит на терминале «Бакарица».

В связи с лихтеровкой в эксплуатационные расходы добавляется еще одна статья, связанная с данной операцией. Это затраты на аренду баржи и на выгрузку, которые в порту Архангельск составляют 17\$/т.

Что касается оптимизации количества рейсовых запасов судна, то ее нужно провести таким образом, чтобы при заходе судна в порт выгрузки (Архангельск) их было минимальное количество, а количество принятого груза позволило бы пройти по осадкам на терминал выгрузки «Бакарица» [4].

Экономический эффект от двух вариантов организации захода судна с увеличенной осадкой в порт с ограниченными глубинами представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Экономический эффект от двух схем организации захода судна с увеличенной осадкой в порт с ограниченными глубинами для судна «JRS Merkur»

Вариант организации перевозки	$\Sigma F, \$$	$\Sigma R_{\text{экспл}}, \$$	$\Sigma П_{\text{экспл}}, \$$	ТЧЭ, \$/сут
Оптимизация запасов	268377,00	135896,00	25281,20	1886,57
Лихтеровка в глубоководной части порта	308000,00	154086,00	46714,00	3486,12

Данные таблицы 4 показывают, что при организации лихтеровки судовладелец получает больше дохода на 14,76%, что объясняется максимальным количеством принятого груза. Эксплуатационные расходы увеличились на 13,38%, с 135896,00 \$ до 154086,00 \$, на что повлияло добавление дополнительных затрат на операции по лихтеровке. Тайм-чартерный эквивалент, показывающий прибыль перевозчика в сутки, увеличился при использовании лихтеровки на 84,78%, с 1886,57 \$/сут до 3486,12 \$/сут.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение операции по лихтеровке при организации рейса по направлению Роттердам – Архангельск (терминал «Бакарица»), является для судовладельца более прибыльным, чем схема с оптимизацией запасов.

Литература

1. Планирование лихтеровочных операций / [Электрон. ресурс] // Crew Traffic. URL: <https://crewtraffic.com/posts/10358-untitled.html> (дата обращения 16.07.2020).
2. Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации / [Электрон. ресурс] // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ (дата обращения 24.07.2020).
3. Лебедев, В.Н. Технология перевозок: учебник. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2015.

4. Леонов, В.Е. Пути повышения эффективности морских грузоперевозок: монография / В.Е. Леонов, В.И. Дмитриев, – М.: Моркнига, 2019.
5. Кондратьев С.И., Боран-Кешипьян А.Л., Попов В.В. Оптимизация надежности каналов обмена данных в связанных системах национальной концепции российского сегмента e-навигации азово-черноморского бассейна // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3 (41). – С. 162 – 169.

REFERENCES

1. Planning of lighter operations / [Electron. resource] / Crew Traffic. URL: <https://crewtraffic.com/posts/10358-untitled.html> (accessed 16.07.2020).
2. Code of merchant shipping of the Russian Federation / [Electron. resource] // consultant plus. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ (accessed 24.07.2020).
3. Lebedev, V. N. Technology of transportation: textbook. - Saint Petersburg: GUMRF named after Admiral S. O. Makarov, 2015.
4. Leonov, V. E. Ways to improve the efficiency of sea cargo transportation: monograph / V. E. Leonov, V. I. Dmitriev, - Moscow: Morkniga, 2019.
5. Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan, A.L. Popov V.V. Optimizaciya nadezhnosti kanalov obmena dannyh v svyaznyh sistemah nacional'noj koncepcii rossijskogo segmenta e-navigacii azovo-chemomorskogo bassejna. // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2018. – № 3 (41) T. –S. 162-169.

УДК 656.073

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ ТРАМПОВЫМИ СУДАМИ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,
К.Я. Эглите, доктор экономических наук, профессор
Д.А. Глушко, лаборант кафедры УТС
А.А. Ковтун, кандидат технических наук, доцент*

Главной задачей управления доставкой груза трамповыми судами является обеспечение бесперебойной и качественной доставки груза от грузоотправителя к грузополучателю трамповыми судами.

Ключевые слова: трамповая система судоходства, теория вероятностей, имитационное моделирование, оптимизация.

The main task of managing the delivery of cargo by tramp vessels is to ensure uninterrupted and high-quality delivery of goods from the consignor to the consignee by tramp vessels.

Keywords: tramp shipping system, probability theory, simulation modeling, optimization.

Введение

При функционировании трамповой транспортно-технологической системы необходимо оценивать, как натуральные, так и стоимостные показатели.

Анализ современного состояния теории и практики трамповых перевозок дает возможность выявить преимущества и недостатки, наметить оптимальные пути совершенствования исследуемой транспортной системы.

Чтобы решить задачи оптимизации экономической эффективности работы трамповой системы перевозок чаще всего используют имитационное моделирование, с помощью которого можно исследовать сложную модель любого типа. Данное моделирование заключается в имитации производственных процессов на компьютерах и путем воспроизведения явлений и актов процесса в последовательности, которая отражает реальные взаимосвязи. Благодаря возможности учета нелинейности и динамики