

грузовых терминалов, складов и других элементов инфраструктуры морской транспортной сети;

- прогнозирование требуемых капитальных затрат на модернизацию и строительство объектов судостроительной промышленности, инфраструктуры морской транспортной сети и системы обеспечения эксплуатации морского флота и портов;

- разработка оптимальных (рациональных) вариантов использования морского флота и направлений совершенствования технологий морских перевозок в логистической системе доставки грузов.

Внедрение полученных научных результатов в практику деятельности проектно-конструкторских организаций, логистических, судоходных компаний и грузовладельцев обеспечит рост оперативности, гибкости, объективности и оптимальности принимаемых управленческих решений и тем самым повышение эффективности функционирования логистических систем доставки грузов, а также снижение стоимости затрат ресурсов на продвижение экспортных поставок энергоресурсов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Скрябин Д.С. Состояние и тенденции развития морского судоходства. // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 1(51). – С. 9 – 13.

2. Скрябин Д.С. Методика оценки финансового и имущественного состояния предприятия морского транспорта. // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. №3(53). – С. 15 – 20.

3. Скрябин Д.С., Степанов А.Л., Романенко А.А. Мировое судостроение: рекордный приток новых заказов. // Вести морского Петербурга. – 2008. – № 1. – С. 30 – 35.

4. Скрябин Д.С. Модели и методы технико-экономического обоснования направлений развития морского транспорта в логистической системе доставки грузов. // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов (<http://jurnal.org/articles/2008/ekon54.html>).

5. Скрябин Д.С., Кузьмин Л.Г. Состояние и перспективы развития рынка судов оффшорной зоны. // Морской Вестник. – 2008. – № 1(25). – С. 13 – 15

6. Скрябин Д.С., Бурков А.В., Никифоров В.Г. Информация проблем транспортных систем. // Сборник Российской академии транспорта: СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2000. – С.95 – 103.

СКРЯБИН ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

СИСТЕМА ПОРТ – ФЛОТ В ЛОГИСТИКЕ ПОСТАВОК ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Специальность 05.22.19 – Эксплуатация водного транспорта, судовождение

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова».

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор
СТЕПАНОВ Андрей Львович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
ФЕТИСОВ Владимир Андреевич;

кандидат технических наук, доцент
РАЖЕВ Олег Альбертович

Ведущая организация: ЦНИИМФ, г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «___» ноября 2009 года на заседании диссертационного совета Д223.002.03 Государственной морской академии имени адмирала С.О. Макарова по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, В.О., Косая линия, д. 15а, ауд. 216

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГМА им. адм. С.О. Макарова

Автореферат разослан «___» октября 2009 года

Отзыв на автореферат, заверенный печатью, в двух экземплярах просим направлять в адрес ученого секретаря диссертационного совета Д223.002.03 Государственной морской академии имени адмирала С.О. Макарова по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, В.О., Косая линия, д. 15а

Ученый секретарь диссертационного совета

Д223.002.03

кандидат технических наук, профессор

В.А. Прокофьев

работки научно-методического аппарата.

Сформулирован вывод о том, что отечественное судостроение в ближайшем будущем не в состоянии обеспечить потребности российского морского флота в новых современных судах под экспортные поставки энергоресурсов. Поэтому формирование портфеля заказов и их размещение на поставку специализированных судов необходимо осуществлять с ориентацией на зарубежное судостроение.

Продвижение экспортных поставок энергоресурсов необходимо осуществлять в логистической системе доставки грузов, которую необходимо исследовать методами системного анализа и имитационного моделирования. При этом функционирование морского флота и портов необходимо рассматривать в единой системе порт-флот.

Разработан научно-методический аппарат обоснования качественных и количественных требований к технологическим процессам и параметрам морского флота и портов в системе порт-флот. Формализована и поставлена задача диссертационного исследования, разработаны основы структурно-параметрического синтеза морского участка логистической цепочки доставки грузов, математическая модель функционирования морского участка логистической цепочки. Разработана система показателей и критериев ее функционирования.

Разработана имитационная модель функционирования логистической цепочки доставки грузов: определены подходы к имитационному моделированию; сформулированы требования к имитационной модели; разработаны обобщенное описание модели, модели функционирования сухопутного и морского участков логистической цепочки.

Разработана прикладная программа «Прометей», которая позволяет осуществлять имитационное моделирование процессов функционирования логистических цепочек поставки энергоресурсов от производителя к потребителям: производства, транспортирования на сухопутных участках производителя, погрузки и выгрузки в местах складирования и на морских терминалах доставляемых грузов и их транспортирования по морскому участку.

Теоретические и практические научные результаты выполненной диссертационной работы открывают широкие перспективы дальнейших исследований в рамках настоящего научного направления. К наиболее актуальным из них относятся:

- разработка информационных систем поддержки принятия решений по организации управления морским флотом в транснациональной логистической системе доставки грузов;
- определение приоритетных направлений научно-технического развития логистической системы доставки грузов, мультимодальных транснациональных перевозок и системы обеспечения эксплуатации морского флота и портов;
- оценка потребностей в оснащении флота сеткой судов с оптимальными (рациональными) технико-эксплуатационными и экономическими показателями с распределением по плановому периоду;
- оценка направлений развития портов, причалов, перевалочных пунктов,

Разработанная прикладная программа «Прометей» позволяет осуществлять имитационное моделирование процессов функционирования логистических цепочек доставки грузов от производителя к потребителю: производства, транспортирования на сухопутных участках производителя, погрузки и выгрузки в местах складирования и на морских терминалах доставляемых грузов и их транспортирования по морскому участку.

Для поиска близких к оптимальным (рациональным) параметров логистической цепочки необходимо при решении конкретной задачи осуществлять многочисленный «прогон» имитационной модели при вариации параметров морского участка логистической цепочки (параметров морского транспорта и терминала с учетом ограничений) с поиском варианта сочетания указанных параметров, обеспечивающих экстремальное значение интегрального показателя эффективности.

Выбор окончательного варианта построения морской составляющей логистической цепочки доставки грузов должен осуществляться с учетом дополнительной информации, не используемой при имитационном моделировании.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая диссертационная работа посвящена решению актуальной научной задачи разработки нового научно-методического аппарата исследования и оптимизации судоходства (функционирования морского транспорта), позволяющего формировать требования к морскому флоту и портам в системе флот-порт, включенным в единую логистическую цепочку поставки энергоресурсов, с целью повышения эффективности ее функционирования.

Теоретическими результатами диссертационного исследования являются теоретические положения, позволяющие формировать комплекс требований к морскому флоту и портам в системе флот-порт в единой логистической цепочке доставки грузов от производителя к потребителям и направления развития судоходства в логистике поставок энергоресурсов.

Практическими результатами работы является конкретный научно-методический аппарат, включающий в себя совокупность методов и моделей, позволяющих формировать требования к технологическим процессам и параметрам флота и портов в системе порт-флот, включенных в единую логистическую цепочку доставки грузов, с целью повышения эффективности ее функционирования и снижения стоимости затрат ресурсов на продвижение экспортных грузопотоков энергоресурсов.

В процессе диссертационного исследования получены следующие основные теоретические и практические результаты.

Проведен анализ состояния, тенденций развития морского судоходства, мирового судостроения и подходов к его исследованию с учетом требований логистики. Определены место и роль диссертационного исследования в развитии отечественного судоходства, а также структура, подходы к формализации, границы исследования, приняты ограничения и допущения, необходимые для раз-

I. Общая характеристика диссертации

В связи с процессами глобализации в мировой экономике грузооборот экспортных и импортных перевозок грузов между странами различных регионов земного шара неуклонно возрастает. В частности, в соответствии с результатами статистических исследований доля транспортных услуг в мировом валовом продукте за последние полвека увеличилась с 5% до 10%, что в значительной степени обусловлено ростом объемов и интенсивности движения грузопотоков мировой транспортной сети.

Транспортный комплекс России – одно из крупнейших звеньев отечественной экономики. Он обеспечивает получение около 8% ВВП. В нем занято свыше 3,2 млн. человек, на транспорт приходится более 13% основных производственных фондов страны.

Смена экономических формаций в России на стыке XX – XXI веков, к сожалению, сопровождалась значительными потерями в транспортной системе и, особенно, в морской отрасли. Потеря флота и портов, развал на судостроительных верфях потребовали разработки государственных программ возрождения транспортного комплекса страны, что определило необходимость разработки новых подходов к его развитию и явилось существом настоящего диссертационного исследования.

Задача транспортного обеспечения грузопотоков определяет потребность в судах и портах как основной части транспортно-логистической цепи поставок грузов. Это требует исследования функционирования портов и флота в теснейшей взаимосвязи в единой логистической системе.

В настоящее время одной из определяющих особенностей развития экономики России является ярко выраженная направленность на экспорт в другие страны собственных энергоресурсов. При этом транспортное обеспечение продвижения экспортных грузопотоков должно опираться на современный уровень развития системного анализа и информационных технологий для определения оптимальных параметров транспортных объектов, минимизации расходов и инвестиционных рисков.

Практическая необходимость принятия решений в развитии отечественного судоходства потребовала проведения исследования возможностей современного математического обеспечения и моделирования с использованием IT технологий.

Исходя из вышеизложенного, **актуальность темы** настоящего исследования обусловлена следующими современными требованиями:

- новыми концепциями перехода к инновационной экономике, направленной на экспорт энергоресурсов;
- формированием транспортно-логистической деятельности как целостной отрасли, интегрированной в экономику страны;
- сырьевой направленностью экономики страны и необходимостью раз-

вития транспортных Евро-Азиатских путей для транзитных перевозок;

- потребностью определения оптимальных параметров морского флота, сбалансированного с производственными возможностями портов, обеспечивающего эффективный сырьевой экспорт продукции экономики страны, и формирования портфеля заказов на размещение и поставку необходимой сетки типов судов.

Научная задача исследования заключается в разработке нового научно-методического аппарата, включающего в себя совокупность методов и моделей исследования и оптимизации судоходства (функционирования морского транспорта), позволяющих формировать требования к морскому флоту и портам в системе порт-флот, включенным в единую логистическую цепочку поставки энергоресурсов, с целью повышения эффективности ее функционирования.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке научно-методического аппарата, представляющего собой комплекс методов и моделей, позволяющих обосновывать требования к параметрам морского транспорта, обеспечивающего развитие судоходства с учетом современных требований транспортного обеспечения продвижения энергоресурсов в единой логистической системе (цепочке) доставки грузов.

Прикладная цель исследования заключается в научном обосновании механизма получения оптимальных решений в отрасли с использованием разработанного научно-методического аппарата.

Объектом исследования является морская составляющая логистической цепочки доставки грузов, включающая в себя морской флот как средство продвижения дискретного грузопотока и порты с грузовыми терминалами, обеспечивающими его формирование.

Предмет исследования представляет собой научно-методический аппарат, включающий в себя совокупность методов и моделей исследования и оптимизации судоходства (функционирования морского транспорта) в логистической цепочке доставки грузов.

На защиту выносятся следующие научные результаты.

1 Научно-методический аппарат обоснования качественных и количественных требований к технологическим процессам и параметрам флота и портов в системе порт – флот.

2 Имитационная модель функционирования морской составляющей логистической цепочки доставки грузов.

3 Рекомендации по развитию судоходства в логистике поставок энергоресурсов.

Методы исследования базируются на методологических принципах системного, факторного и морфологического анализа, теории эффективности, управления и принятия решений, статистического прогнозирования, параметрической оптимизации, структурного и параметрического синтеза, математического моделирования, программирования и математической статистики;

Далее грузопоток движется и, при необходимости, распределяется по транспортной сети второго сухопутного участка и потребляется обобщенным стоком.

Грузопоток, характеризуемый совокупностью параметров P_{12} , подается с выхода Блока 1 на вход Блока 2. Аналогично грузопоток, определяемый совокупностью параметров D_{23} подается с выхода Блока 2 на вход Блока 3.

Основным условием нормального функционирования реальной логистической цепочки и модели, имитирующей ее работу, является сбалансированность последовательных участков и элементов цепочки по производительности, мощности или провозной способности:

$$\mu_1 \leq \mu_2 \leq \mu_3. \quad (8)$$

Создание адекватной аналитической модели функционирования логистической системы (цепочки) доставки грузов от производителя к потребителю практически невозможно. Решение подобной исследовательской задачи целесообразно осуществлять только с использованием имитационных моделей указанной системы. Метод имитационного моделирования дает возможность более полно по сравнению с аналитическими методами характеризовать зависимость качества функционирования системы от параметров потока заявок и обслуживающей системы. При этом он допускает более широкие предположения о природе потоков заявок, структуре обслуживающей системы и дисциплине обслуживания, чем аналитические методы, и позволяет получить решения задач для многофазных систем, к которым относится логистическая цепочка доставки грузов.

В четвертой главе сформулированы практические рекомендации по развитию судоходства в логистике поставок энергоресурсов с использованием результатов имитационного моделирования. Проведено обоснование вида законов распределения, вводимых в имитационную модель, с учетом неопределенности статистических данных, приведены методы решения прикладных задач обоснования состава, структуры морского флота и обслуживающей инфраструктуры. Представлен порядок проведения имитационного моделирования с использованием прикладной программы «Прометей», разработанной автором.

Для уменьшения неопределенности в задаче выбора вида законов распределения, соответствующих экспериментальным данным, предложено использование информационного подхода, основанного на принципе максимума неопределенности, мерой которого является энтропия Шеннона.

Рассмотрены методы решения прикладных задач на примере функционирования одной из логистических цепочек. Предложено осуществлять выбор варианта направления развития структуры морского флота и обслуживающей инфраструктуры в условиях неопределенности с использованием обобщенного критерия Гурвица, который в различных ситуациях решения задачи выбора оптимальной стратегии обеспечивает повышение качества принятия решений.

формирующий поток требующих обслуживания заявок; транспортные средства, являющиеся обслуживающими каналами (приборами); наличие возможных очередей транспортных средств, обусловленных их нерациональным использованием или другими негативными факторами; наличие потребителей выходного грузопотока, формируемого транспортом, осуществляющим его доставку.

Имитационная модель логистической цепочки доставки грузов укрупнено состоит из последовательного набора трех функциональных блоков, как показано на рис. 7. Ядром имитационной модели является Блок 2, моделирующий функционирование морского участка. Блоки 1 и 3 являются обеспечивающими функционирование Блока 2, задающими граничные условия взаимодействия с внешней средой: Блок 1 – входные воздействия, Блок 3 – реакцию по цепи обратной связи.

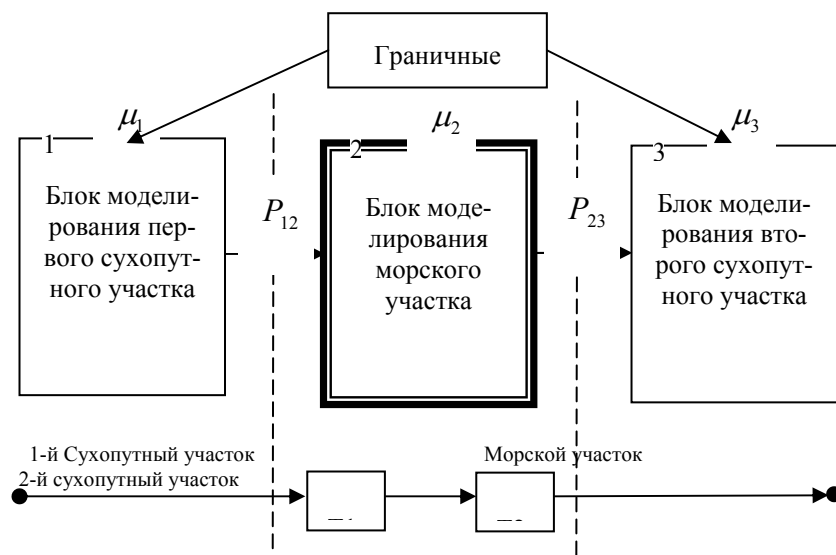


Рис. 7. Укрупненная блок-схема имитационной модели

Блок 1 содержит в себе источник грузопотока (материалопотока). Грузопоток, генерируемый источником Блока 1, последовательно движется дискретными порциями массы, определяемыми грузоподъемностью и режимом движения сухопутного транспорта (железнодорожного и/или автомобильного), и подается на вход Блока 2.

В Блоке 2 имитируется перевалка грузопотока, поступающего с Блока 1, дальнейшее его дискретное продвижение по морскому участку с параметрами, определяемыми грузоподъемностью и режимом движения морского транспорта и последующей перевалкой посредством терминала T2 на транспорт второго сухопутного участка.

имитационного моделирования, информационных систем.

Научная новизна полученных результатов диссертационной работы заключается в постановке и решении актуальной научной задачи разработки нового научно-методического аппарата, включающего в себя совокупность методов и моделей исследования и оптимизации судоходства (функционирования морского транспорта), позволяющих формировать требования к морскому флоту и портам в системе порт-флот, включенным в единую логистическую цепочку поставок энергоресурсов.

Теоретическая значимость полученных научных результатов заключается в развитии теоретических положений, позволяющих формировать комплекс требований к морскому транспорту в единой логистической цепочке доставки грузов от производителя к потребителям и направления развития судоходства в логистике поставок энергоресурсов.

Практическая ценность работы состоит в разработке конкретного научно-методического аппарата, включающего в себя совокупность методов и моделей, позволяющих формировать требования к технологическим процессам и параметрам флота и портов в системе порт-флот, включенных в единую логистическую цепочку доставки грузов, с целью повышения эффективности ее функционирования и снижения стоимости затрат ресурсов на продвижение экспортных грузопотоков энергоресурсов.

Результаты диссертационного исследования планируется внедрить в практику деятельности проектно-конструкторских организаций, логистических, судоходных компаний и судовладельцев.

Основные результаты диссертационного исследования **опубликованы** в 6-и работах. В частности, в 2-х статьях журнала «Эксплуатация морского транспорта», журналах научных публикаций аспирантов и докторантов, «Вести морского Петербурга», «Морской вестник», сборнике Российской академии транспорта.

Теоретические положения диссертационной работы **реализованы** в практике деятельности компаний «Росфлот» в Германии и «АРМ групп», а также внедрены в учебный процесс ГМА им. адм. С.О. Макарова.

Апробация работы. Апробация работы проведена на заседании НТС Государственной морской академии имени адмирала С.О. Макарова. Основные научные результаты диссертационной работы прошли апробацию и получили одобрение на научно-технических конференциях и семинарах ГМА им. адм. С.О. Макарова и СПбГУВК.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников. Материалы диссертационной работы изложены на 207 листах машинописного текста, содержат 13 таблиц, 30 иллюстраций, список использованных источников из 157 наименований.

II. Содержание диссертации

Во введении раскрыта актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель, изложены методы и границы диссертационного исследования, краткое содержание глав и структура диссертации, научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность научных результатов, а также сведения об их апробации и реализации.

Первая глава посвящена анализу состояния, тенденций развития морского судоходства, мирового судостроения и подходов к его исследованию с учетом требований логистики. В ней изложена место и роль исследования в развитии отечественного судоходства, а также структура, подходы к формализации, границы исследования, принятые ограничения и допущения.

Современный морской флот характеризуется высокой эффективностью обеспечения транспортного процесса и совершенствуется в направлениях снижения стоимости и безопасности грузоперевозок. В настоящее время судоходство необходимо рассматривать как неотъемлемую составную часть транспортно-технологической системы (логистической цепи транспортных поставок), выделенной в самостоятельный вид деятельности.

В развитии мирового транспортного флота наблюдаются следующие основные тенденции: повышение темпов роста общего тоннажа; увеличение грузовых судов среднего водоизмещения и мощности их судовых энергетических установок; прекращение роста максимальных размеров танкеров и балкеров, сохранение тенденций увеличения тоннажа контейнеровозов, паромов, многоцелевых судов, газозовов и круизных лайнеров; расширение специализации судов для конкретных видов грузов; перемещение большей части мирового транспортного флота под флаги стран открытой регистрации.

Мировой портфель заказов судостроительных предприятий характеризуется высокими темпами роста. Абсолютное лидерство по заказам на новый тоннаж в течение текущего десятилетия принадлежит Южной Корее, 2-е место – Китаю. Россия по объему портфеля заказов находится на 16-м месте.

Отечественное судостроение в ближайшем будущем не в состоянии обеспечить потребности российского морского флота в новых современных судах под экспортные поставки энергоресурсов. Поэтому формирование портфеля заказов и их размещение на поставку специализированных судов необходимо осуществлять с ориентацией на зарубежное судостроение, что требует обоснованных технических заданий со стороны заказчика.

Транснациональный характер движения экспортных грузопотоков энергоресурсов обуславливает рассмотрение судоходства (процесса функционирования морского транспорта) как важнейшей составной части логистической системы доставки грузов и исследование его методами системного анализа на основе рассмотрения системы порт-флот в обеспечение потока логистических поставок.

Основными параметрами высокой конкурентоспособности мирового морского транспорта являются:

во время проведения стояночных операций.

К основному стоимостному показателю относится финансовый результат рейса Φ_p , определяемый по зависимости:

$$\Phi_p = F_p - R_p. \quad (6)$$

где F_p – доходы судна за рейс; R_p – расходы судна за рейс.

Из выражения (6) видно, что финансовый результат рейса непосредственно зависит от производительности (провозной способности) судна. Для оценивания эффективности работы единицы морского транспорта (судна) целесообразно воспользоваться исследованием взаимосвязи нормированных основных параметров, входящих в зависимость (6), полученных путем приведения их к тонне груза.

Тогда приведенный финансовый результат перевозки одной тонны груза ϕ_p определится по следующей формуле:

$$\phi_p = \frac{\bar{\varphi}_{2,4} \mu_s t_p}{D_u} - \frac{R_p}{D_u} = \bar{\varphi}_{2,4} \mu t_p - \frac{R_p}{D_u}. \quad (7)$$

Доход, получаемый от одной тонны перевозимого груза за рейс судна, определяется произведением средней чистой доходной ставки на одну тонно-милю $\bar{\varphi}_{2,4}$, валового показателя производительности одной тонны тоннажа μ и времени рейса t_p .

В третьей главе представлено подробное описание имитационной модели функционирования логистической цепочки доставки грузов: подходы к имитационному моделированию; требования к имитационной модели; обобщенное описание модели; описание моделей функционирования сухопутного и морского участков логистической цепочки.

Сложность решения задачи оценивания эффективности функционирования морского транспорта в логистической системе (цепочке) доставки грузов от производителя к потребителю диктует необходимость применения подходов, базирующихся на использовании современных информационных технологий и вычислительных средств.

Одним из наиболее рациональных направлений исследования морского транспорта является использование имитационных моделей функционирования логистических систем (цепочек) доставки грузов от производителя к потребителю. Это позволяет обеспечить сбалансированность последовательных участков логистической системы (цепочки) по провозной способности (мощности) продвижения грузопотока.

Логистическая система (цепочка) доставки грузов от производителя к потребителю является ярко выраженной системой массового обслуживания, имеющей все ее признаки: источник грузопотока (генератор грузопотока),



Рис. 6. Направления развития морского флота

Повышение грузоподъемности (водоизмещения) судов и увеличение их скорости направлено на увеличение эффективности их применения по назначению как единиц морского транспорта, обеспечивающих дискретное продвижение грузопотока.

Расширение направлений специализации морского транспорта осуществляется по следующим основным направлениям:

- развитие сухогрузного флота;
- создание новых судов для перевозки нефтепродуктов различного вида (нефтеналивных судов);
- разработка и введение в эксплуатацию судов узкой специализации.

Научно-методический аппарат описания и исследования транспортного процесса, осуществляемого морским транспортом, связывает между собой технико-эксплуатационные и экономические показатели его работы с эффективностью функционирования.

Экономические показатели работы судна (единицы морского транспорта) имеют теснейшую взаимосвязь с его технико-эксплуатационными показателями и в комплексе определяют эффективность использования судна по целевому назначению. В качестве экономических показателей работы судов используются: доходы судна за рейс; расходы судна за рейс; финансовый результат рейса; удельные экономические показатели работы судна.

Совокупность представленных в диссертации технико-эксплуатационных и экономических показателей и математических зависимостей и соотношений, описывающих взаимосвязь между техническими, эксплуатационными и экономическими характеристиками судов, позволяет решать прикладные расчетные задачи планирования и организации функционирования морского флота при условии тесной взаимосвязи с параметрами портов

- наличие достаточных транспортных ресурсов и резерва мощностей (провозной способности флота и пропускной способности морских портов) для полного удовлетворения потребностей мирового рынка морских транспортных услуг;

- соответствие структуры морского транспортного флота запросам глобальной морской торговли по грузоподъемности, составу флота, качественным и технико-эксплуатационным характеристикам;

- соответствие размещения и мощностей морских портов главным международным грузопотокам и потребностям грузообработки и обслуживания транспортного флота;

- обеспечение устойчивой работы флота, портов, а также адекватного функционирования вспомогательных структур, занятых в логистике, экспедировании, снабжении, кадровом обеспечении, таможенном обслуживании и других сферах деятельности, а также на смежных видах транспорта.

Современный морской флот характеризуется высокой эффективностью реализации транспортного процесса, обеспечивающего продвижение грузопотока, и совершенствуется в направлениях удешевления и безопасности перевозок на основе: применения новейших транспортных технологий (интермодальной, контейнерной, ролкерной и др.) и все более высокопроизводительных технических средств и оборудования, унификации их характеристик в мировом масштабе; внедрения современных управленческих и информационных технологий всех звеньев транспортной цепи, ускорение таможенных и других формальных процедур; непрерывной модернизации флота и портового хозяйства; повышения качества транспортных услуг, гармонизации нормативно-правовых норм морской транспортной деятельности; международного регулирования транспортных процессов в области безопасности мореплавания, охраны труда, защиты окружающей среды; глобальной конкуренции судоходных компаний на мировых фрахтовых рынках; согласованием требований международных отраслевых организаций (ИМО, БИМКО, судоходных, портовых и прочих ассоциаций, объединений, союзов), а также государства и частного бизнеса.

Эти новые условия функционирования морского транспорта на фоне современных достижений в области системного анализа и IT технологий потребовали новой научно-методической базы в определении параметров флота и портов с целью их оптимизации, снижения инвестиционных рисков и упущенной прибыли.

Современный подход к решению поставленной задачи базируется на достижениях прошлых лет, изложенных в научных трудах ученых:

- в 60-е – 80-е годы прошлого века: Бакаев В.Г., Союзов А.А., Сиротский В.Ф., Краев В.И., Гаськов Л.М., Дерябин Д.В., Лебедев С.Б. и др.;

- в последние десятилетия: Крыжановский Г.А., Шашкин В.В., Кондратьев А.А., Степанец А.В., Луговец А.А., Рагулин И.А., Романенко А.А., Степанов А.Л., Смоленцев С.В., Прокофьев В.А., Лукинский В.С., Зайцев Е.И., Пимоненко М.М., Кириченко А.В., Королева Е.А. и др.

В начале второй половины XX века необходимость укрепления статуса морской державы привела к интенсивному строительству флота с задержкой разви-

тия портов. В результате этого до 60% судового времени тратилось в простоях на рейдах и у причалов из-за недостаточной пропускной способности портов.

Ученые исследовали потоки движения флота, колебания интенсивности прибытия судов в порты, вычисляли и минимизировали их простои. В результате этого к концу прошлого столетия в СССР были созданы достаточные портовые мощности, в дальнейшем потерянные при образовании независимых государств из бывших союзных республик.

В последние десятилетия в международной глобализированной экономике Россия приобрела статус важнейшего поставщика энергоресурсов. На международном рынке возникли новые требования обеспечения регулярности и своевременности логистических поставок грузопотоков с минимизацией складских запасов. В этих условиях потребовались новые научно обоснованные подходы к логистике поставок энергоресурсов.

В результате проведенного анализа установлено, что в настоящее время с организационной точки зрения в мировом судоходстве также происходят серьезные перемены: радикальным образом изменяется состав основных стран – владельцев флота в пользу Китая и ряда других новых индустриальных стран Азии, снижается роль судоходных компаний Европы и США; огромных масштабов достигла регистрация мирового торгового флота под «удобными флагами» в результате «перетекания» все большей части мирового транспортного флота в так называемые «открытые регистры», число которых продолжает увеличиваться; усиливается концентрация тоннажа под контролем наиболее крупных судовладельческих компаний и их группировок (на национальном и международном уровнях), что существенно повышает конкурентоспособность этих мощных объединений на мировом рынке.

Так как параметры морского флота, портов и условий судоходства являются взаимно определяющими при продвижении грузопотока конкретного вида, и, как было отмечено выше, реализуют транспортное обеспечение сырьевой экономики страны, то указанные параметры должны быть сбалансированы в единой интегрированной системе «производитель (поставщик) продукции – порты – судоходство» на основе требований логистики, как показано на рис. 1.



Рис. 1 Интегрированная система «производитель (поставщик) продукции – порты – судоходство»

Указанные факторы определяют необходимость совершенствования методологии транспортного обеспечения на базе системного подхода, логистических

рирование множества альтернатив, для чего необходимо произвести систематизацию, обзор и анализ всей функциональной структуры морского участка логистической цепочки с учетом ее отражения в конкретной альтернативе. Наиболее полно это можно отразить граф-моделью, показанной на рис. 5.

Вершинами графа, показанного на рис. 5, являются: W_ξ – структура морского участка логистической цепочки; V_ξ – возможная совокупность элементов морского участка логистической цепочки; X_ξ – совокупность определяющих характеристик (параметров); Φ_ξ – требуемая совокупность выполняемых функций. При этом ξ – уровень иерархии системы управления.

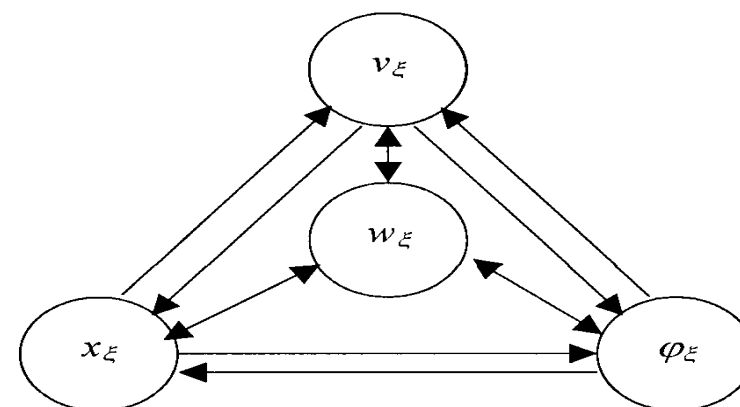


Рис. 5. Граф-модель формирования структуры и параметров морского участка логистической цепочки

Чем больше водоизмещение, грузоподъемность и грузовместимость судна, чем выше скорость, меньше суммарное время выполнения погрузочно-выгрузочных операций, тем выше, в конечном итоге, его потенциальная эффективность как дискретной единицы морского транспорта.

В настоящее время развитие морского флота осуществляется по ряду направлений, представленных на рис. 6.

Обобщенный алгоритм структурно-параметрического синтеза морского участка логистической цепочки доставки грузов с учетом решения оптимизационной задачи в постановке (5) представлен на рис. 4.

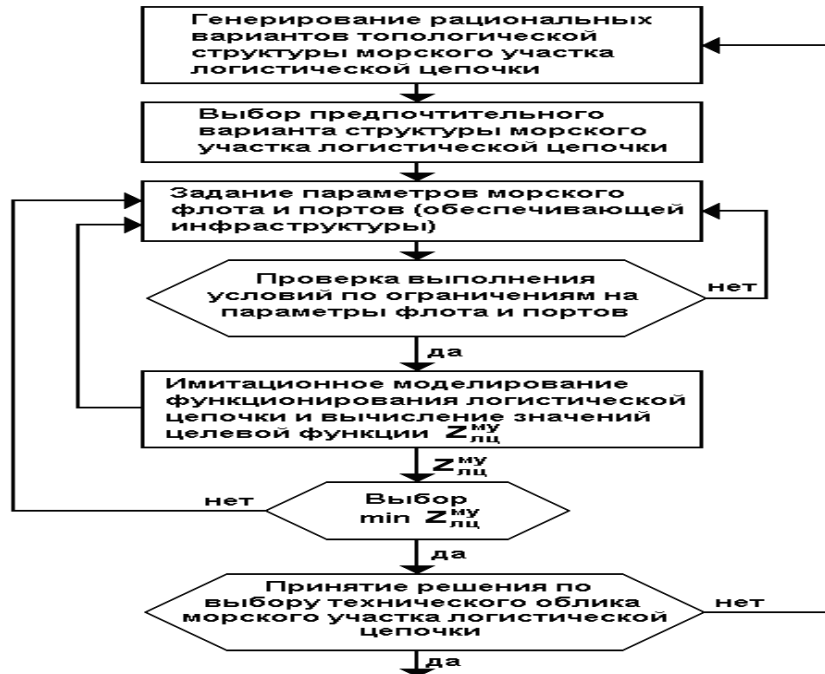


Рис. 4. Обобщенный алгоритм структурно-параметрического синтеза морского участка логистической цепочки

Имитационное моделирование как метод (инструментарий) решения задач исследования объектов, которые невозможно решить аналитическими методами в настоящее время находит все большее применение в связи с бурным развитием вычислительных средств и информационных технологий. Он является достаточно универсальным и позволяет решать задачи оптимизации в различной постановке с приемлемой для практики точностью и открывает новые возможности для разработки систем поддержки принятия оперативных и стратегических решений.

Состав и структура логистической цепочки доставки грузов представляют собой совокупность структурных и параметрических характеристик, отражающих наиболее существенные организационно-технические решения, а также способ объединения отдельных средств в завершённое функциональное образование.

Исходя из этого, формирование структуры и определение параметров морского участка логистической цепочки необходимо осуществлять в системе логистической цепочки доставки грузов в целом. Это предполагает гене-

требований и моделирования.

На рис. 2 представлены место и роль диссертационного исследования в развитии морского транспорта России.

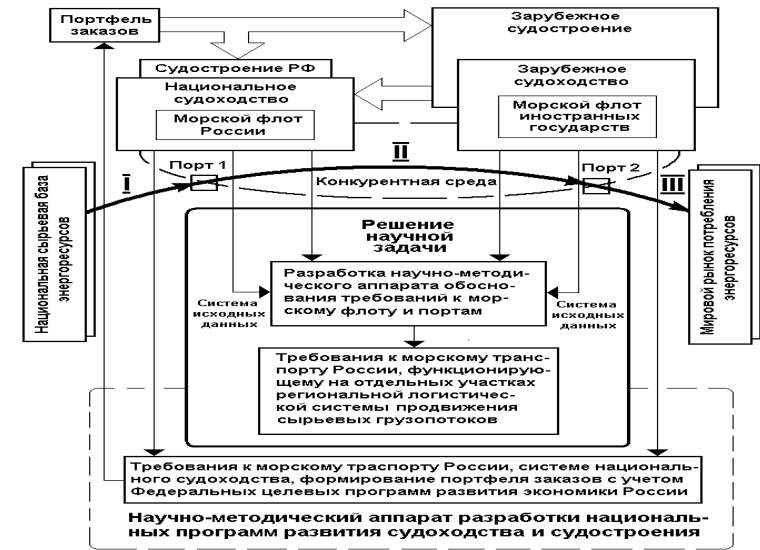


Рис. 2. Место и роль диссертационного исследования в развитии морского транспорта России

Для формализации и постановки задачи диссертационного исследования были определены следующие допущения и ограничения.

1. При решении задач транспортной логистики в различной постановке оперируют понятиями: материалопоток, грузопоток, информационный поток, финансовый поток.

2. Всю логистическую цепочку доставки грузов от производителя к потребителям необходимо разбить на три участка (I – первый сухопутный участок – II – морской участок – III – второй сухопутный участок).

3. Первый сухопутный участок I доставки грузов от производителя к терминалу порта 1 отправления грузов формируется как конечный набор вариантов топологической структуры транспортной сети, функционирование которой описывается совокупностью генерируемых параметров, имеющих минимальные и максимальные пороговые значения и соответствующие диапазоны изменения.

4. Морской участок II (морская составляющая) логистической цепочки описывается совокупностью априорно известных параметров морского участка транспортной сети и искомых качественных и количественных технико-эксплуатационных и экономических показателей (параметров) морского флота и портов (обеспечивающей терминальной инфраструктуры), рациональные значе-

ния которых необходимо определить как результаты решения задачи.

5. Второй сухопутный участок III доставки энергоресурсов от терминала порта 2 прибытия непосредственно до потребителей, как правило, расположен на территории другого государства. При решении настоящей задачи целесообразно принять допущение о том, что он полностью справляется с грузопотоком, поступающим от морской составляющей логистической цепочки доставки грузов, то есть его пропускная способность не ниже пропускной способности последней.

Таким образом, изложенные выше подходы к исследованию судоходства, а также формализации научной задачи, определения границ исследования, ограничений и допущений позволяют структурировать процесс формализации, постановки и решения задачи и получить требуемые теоретические и прикладные научные результаты.

Во **второй главе** изложен научно-методический аппарат обоснования качественных и количественных требований к технологическим процессам и параметрам морского флота и портов. В ней формализована и поставлена задача диссертационного исследования, изложены основы структурно-параметрического синтеза морского участка логистической цепочки доставки грузов, представлена математическая модель функционирования морского участка логистической цепочки, а также система показателей и критериев ее функционирования.

Для эффективного решения отраслевых задач, решаемых морским транспортом, необходимо оптимизировать последовательную цепь поставок энергоресурсов от производителя (поставщика) до потребителей. При этом ее элементы должны быть сбалансированы между собой по пропускной способности (мощности производства энергоресурсов, мощности производственных и портовых перегрузочных средств, провозной способности сухопутного транспорта, морского флота и др.).

В свое время порты создавались в отрыве от реальных потребностей обслуживания флота. Это приводило к большим инвестиционным рискам при строительстве портов и малой фондоотдаче при их эксплуатации. В последние годы ситуация существенно изменилась с формированием транспортно-логистических центров на базе модернизации существующих и создания новых портов. Возникли новые условия совместного функционирования флота и портов и задачи его оптимизации, которые необходимо решать в системе флот-порт в логистической цепи поставок грузов. Схема организационно-технических мероприятий и ресурсного обеспечения логистической цепи поставок представлена на рис. 3.

$t_{\vartheta}, T_{\vartheta}^{nl}$ – период эксплуатации и плановый период эксплуатации транснациональной транспортной системы, соответственно.

m, K – число единиц морского флота и терминалов (причалов, портов), входящих в состав j -ой логистической цепочки, соответственно.

В соответствии с (4) задача оптимизации морской составляющей транснациональной транспортной системы может быть декомпозирована на n задач структурно-параметрического синтеза морских участков логистических цепочек, входящих в ее состав.

На этапе эксплуатации морского флота и обеспечивающей инфраструктуры задача оптимизации отдельно взятой логистической цепочки доставки грузов определится системой уравнений и неравенств, представленной аналогично системе (4):

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_{лц}^{my} = \left(\sum_{i=1}^m C_{\vartheta i}^{mf} + \sum_{k=1}^K C_{\vartheta k}^{ob} \right) t_{\vartheta} \rightarrow \min i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}; \\ W_{лц}^{my} (C_{\vartheta}^{mf}, X^{mf}, C_{\vartheta}^{ob}, X^{ob}, u, t) \geq W^{mp}; \\ \min \left(\sum_{i=1}^m \mu_i^c, \sum_{k=1}^K \mu_k^T \right) \geq \mu^{1cy}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}; \\ \min \left(\sum_{i=1}^m \mu_i^c t_{\vartheta i}, \sum_{k=1}^K \mu_k^T t_{\vartheta k} \right) \geq \Omega_{nl}^{my}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}; \\ t_{\vartheta i} \geq 0; t_{\vartheta k} \geq 0, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}; \\ \rho_i^c \leq \rho^{c mp}, \rho_k^T \leq \rho^{T mp}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}; \\ t_{\vartheta} \leq T_{\vartheta}^{nl}, \end{array} \right. \quad (5)$$

где $C_{\vartheta}^{mf}, C_{\vartheta}^{ob}$ – стоимости эксплуатации морского флота и обеспечивающей инфраструктуры рассматриваемой логистической цепочки за период эксплуатации, соответственно.

Минимизации целевой функции (5) целесообразно добиваться путем многочисленного «прогона» имитационной модели функционирования логистической цепочки с варьированием натуральными технико-эксплуатационными показателями морского флота и обеспечивающей инфраструктуры и дальнейшим выбором наиболее рационального варианта построения морского участка по выбранному критерию минимизации стоимости.

$C_{c(m)j}^{mf}, C_{c(p)j}^{ob}$ – стоимости создания (модернизации, реконструкции) новых (или существующих) единиц морского флота и обеспечивающей инфраструктуры j -ой логистической цепочки, соответственно;

$C_{эij}^{mf}, C_{эkj}^{ob}$ – нормативные стоимости эксплуатации морского флота и обеспечивающей инфраструктуры j -ой логистической цепочки, соответственно;

$t_{эj}$, – эксплуатационный период j -ой логистической цепочки;

W_j^{my}, W_{mmc}^{mp} – эффективность функционирования морского участка j -ой логистической цепочки, и требуемая эффективность функционирования морской составляющей транснациональной транспортной системы, соответственно;

C_j^{mf}, C_j^{ob} – суммарные стоимости морского флота и обеспечивающей инфраструктуры j -ой логистической цепочки за период эксплуатации, соответственно;

X_j^{mf}, X_j^{ob} – вектор параметров состояния морского флота и обеспечивающей инфраструктуры j -ой логистической цепочки, соответственно;

u_j – обобщенный вектор управляющих параметров j -ой логистической цепочки;

μ_{ij}^c, μ_{kj}^T – провозная способность i -го судна и мощность k -го терминала (причала, порта) j -ой логистической цепочки, соответственно;

μ_j^{1cy} – мощность, производительность или провозная способность первого сухопутного участка j -ой логистической цепочки;

Ω_{nlj}^{my} – плановый грузооборот морского участка j -ой логистической цепочки за эксплуатационный период $t_{эj}$;

$t_{эij}, t_{эkj}$ – эксплуатационные периоды i -го судна и k -го терминала (причала, порта) j -ой логистической цепочки, соответственно;

$\rho_{ij}^c \leq \rho_j^{c mp}, \rho_{kj}^T \leq \rho_j^{T mp}$ – векторы ограничений параметров i -го судна и k -го терминала (причала, порта) j -ой логистической цепочки, соответственно.



Рис. 3. Схема организационно-технических мероприятий и ресурсного обеспечения логистической цепи поставок

Задачу оптимизации функционирования логистической цепочки доставки грузов целесообразно решать методами имитационного моделирования с выбором параметров флота и портов (обеспечивающей инфраструктуры), минимизирующих стоимостные затраты при обеспечении заданной эффективности продвижения экспортного грузопотока энергоресурсов. При этом имитационная модель функционирования морского участка логистической цепочки должна являться составной частью имитационной модели функционирования всей логистической цепочки доставки грузов.

Для оценки предпочтительных вариантов построения морского участка логистической цепочки доставки грузов на этапе предварительного исследования целесообразно использовать метод морфологического анализа. Ввиду явно выраженного доминирования ограниченного числа предпочтительных вариантов структуры морского участка задача его структурно-параметрического синтеза сводится к задаче выбора наиболее рационального варианта структуры экспертным методом и последующей оптимизации параметров флота и портов (обеспечивающей инфраструктуры) в системе порт-флот по выбранному критерию.

Математическая модель функционирования морского участка логистической цепочки доставки грузов позволяет проводить исследование транспортного процесса, осуществляемого морским флотом и обеспечивающей инфраструктурой (портами), связывает между собой технико-эксплуатационные и экономические показатели их работы и определяет эффективность функционирования морского участка логистической цепочки. При этом в ходе планирования и организации транспортного процесса в основном используются временные параметры ходовых и стояночных технологических операций морского транспорта и натуральные показатели в пределах заданных логи-

стических требований.

Сформированная система показателей и критериев эффективности функционирования логистической цепочки доставки грузов функционально увязана с основными целями ее функционирования с учетом требований системного подхода. Основным интегральным показателем эффективности функционирования морского транспорта является финансовый результат перевозки одной тонны груза.

Задача синтеза морской составляющей логистической системы доставки грузов может быть решена путем определения комплекса качественных и количественных требований:

- к видам, номенклатуре, числу, технико-эксплуатационным и экономическим показателям (параметрам) морского флота;
- к технико-эксплуатационным и экономическим показателям портов, причалов, перевалочных пунктов, грузовых терминалов, складов и др.

В общем случае с точки зрения теории исследования операций эффективность функционирования r -ой транснациональной транспортной системы, декомпозированной на ряд логистических цепочек, может быть описана следующей качественной зависимостью:

$$W_r^{mmc} = F_r^{mmc}(W_{rj}^{mj}), \quad j = \overline{1, n}, \quad r = \overline{1, R}, \quad (1)$$

где W_{rj}^{mj} – эффективность функционирования j -ой логистической цепочки r -ой транснациональной транспортной системы; F_r^{mmc} – функция свертки частных показателей эффективности функционирования логистической цепочки в комплексный показатель эффективности функционирования транснациональной транспортной системы W_r^{mmc} ; n – число логистических цепочек в r -ой транснациональной транспортной системе; R – количество исследуемых транснациональных транспортных систем.

При допущении об аддитивном (суммирующем) характере функции F_r^{mmc} , связывающей частные показатели W_{rj}^{mj} и комплексный показатель W_r^{mmc} , зависимость (1) для выбранной транснациональной транспортной системы представляется в виде:

$$W_r^{mmc} = \sum_{j=1}^n W_j^{mj}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

В свою очередь, эффективность функционирования мультимодальной логистической цепочки доставки грузов, включающей в себя, например, железнодорожный, автомобильный, морской транспорт и инфраструктуру,

обеспечивающую движение грузопотоков, может быть описана выражением, представленным в общем виде:

$$W^{mj} = F^{mj}(W^{жд}, X^{жд}, W^{ав}, X^{ав}, W^{мф}, X^{мф}, W^{об}, X^{об}, u^{mj}, t) \quad (3)$$

где $W^{жд}, W^{ав}, W^{мф}, W^{об}$ – эффективность функционирования железнодорожного, автомобильного транспорта, морского флота и обеспечивающей инфраструктуры логистической цепочки доставки грузов, соответственно; $X^{жд}, X^{ав}, X^{мф}, X^{об}$ – вектор параметров состояния железнодорожного, автомобильного транспорта, морского флота и обеспечивающей инфраструктуры, соответственно; u^{mj} – обобщенный вектор управляющих параметров логистической цепочки; t – независимый параметр – время; F^{mj} – функция связи показателей и параметров правой части зависимости (3) и комплексного показателя эффективности W^{mj} .

Задача оптимизации функционирования отдельно взятой логистической цепочки доставки грузов будет заключаться в минимизации суммарной стоимости эксплуатации ее морской составляющей (морского участка), в состав которой входит стоимость эксплуатации всех единиц морского транспорта (судов) и терминалов за плановый период эксплуатации с учетом ограничений на их провозную (пропускную) способность (мощность).

В общем случае при допущении об аддитивном характере формирования комплексного показателя «эффективность-стоимость», описывающего функционирование морской составляющей транснациональной транспортной системы, задача ее оптимизации может быть представлена в следующем

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_{mmc}^{mj} = \sum_{j=1}^n [C_{c(m)}^{mj} + C_{c(p)}^{mj}] + (\sum_{i=1}^m C_{\varepsilon ij}^{mj} + \sum_{k=1}^K C_{\varepsilon kj}^{mj}) t_{\varepsilon j} \rightarrow \min \quad i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}; \\ \sum_{j=1}^n W_j^{mj}(C_j^{mj}, X_j^{mj}, C_j^{об}, X_j^{об}, u_j, t) \geq W_{mmc}^{mp}, \quad j = \overline{1, n}; \\ \min (\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^c, \sum_{k=1}^K \mu_{kj}^T) \geq \mu_j^{lv}, \quad i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}; \\ \min (\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^c t_{\varepsilon ij}, \sum_{k=1}^K \mu_{kj}^T t_{\varepsilon kj}) \geq \Omega_{nj}^{mj}, \quad i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}; \\ t_{\varepsilon ij} \geq 0; t_{\varepsilon kj} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}; \\ \rho_{ij}^c \leq \rho_j^{mp}, \rho_{kj}^T \leq \rho_j^{mp}, \quad i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}; \\ t_{\varepsilon} \leq T_{\varepsilon}^{mj}, \end{array} \right. \quad (4)$$

где Z_{mmc}^{mj} – целевая функция оптимизации морской составляющей транснациональной транспортной системы;