

Сипаро Константин Алексеевич

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГРУЗОВОЙ БАЗЫ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА КАК  
ЭЛЕМЕНТ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ**

**Специальность 08.00.05**

Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт)

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Москва 2017г.

Работа подготовлена на кафедре «Экономика на водном транспорте» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московская Государственная Академия Водного Транспорта».

Научный руководитель:

**Лернер Всеволод Казимирович**

кандидат технических наук, руководитель центра развития морского транспорта АО «Союзморниипроект»

Официальные оппоненты:

**Куренков Петр Владимирович**

доктор экономических наук, профессор, заместитель директора Института управления и информационных технологий по научной работе,

профессор кафедры «Транспортный бизнес» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II»

**Кожина Вероника Олеговна**

кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономической теории и мировой экономики в НОУ

«Международный институт экономики и права» (МИЭП)

Ведущая организация:

ФГБУ «Научный центр по комплексным транспортным проблемам министерства транспорта Российской Федерации»

Защита состоится «14» июня 2017 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 212.049.07 в Государственном университете управления по адресу: 109542, Москва, Рязанский проспект, 99, главный учебный корпус, зал.заседаний Ученого совета университета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»: <http://guu.ru>. С авторефератом диссертации - на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации: <https://vak.ed.gov.ru>, в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»: <http://guu.ru>.

Автореферат разослан «11» апреля 2017 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д.212.049.07

доктор экономических наук, профессор

М. А. Жукова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**Актуальность исследования** состоит в том, что предложен ряд методических принципов и практических рекомендаций, повышающих достоверность и качество прогноза грузовой базы морского транспорта.

Кроме того, следующие события последних лет существенно повысили значимость работ по прогнозированию российских грузопотоков в направлении морских портов:

- активное развитие экономических связей со странами Азиатско – Тихоокеанского региона, и, как следствие, перемещение российских грузопотоков в восточном направлении;

- реализация комплекса мер по развитию Арктической зоны России и её основной транспортной магистрали – Северного морского пути в качестве международного транспортного коридора;

- возвращение Крыма, располагающего пятью морскими портами, в состав РФ;

- санкции стран Запада в отношении России, в определённой степени изменившие направление и состав российских внешнеторговых грузопотоков.

Всё это и определило выбор темы данного диссертационного исследования.

**Степень научной разработанности проблемы.** Вопросам развития портов как важнейших элементов транспортных логистических систем посвящены труды ученых:

Н.Ф. Афанасьев, Э. А. Гагарский, С.С. Гончаренко, А.В. Кириченко, П. В. Куренков, В. О. Кожина, В. Д. Левый, В. К. Лернер, В.С. Лукинский, С. В. Милославская, Л.Б. Миротин, Ю. А. Почаев, В.М. Николашин, В.И. Сергеев, И.И. Сидоров, А.А. Смехов, Л.В. Сысоев, М. С. Ханин, А.А. Чеботаев, И.В. Черепанов, и др.

Многочисленные проблемы прогнозирования отражены в научных трудах отечественных и зарубежных ученых: Л.Н. Буянова, Т.А. Вепринская, Л.Д. Ветренко, Е.Н. Воеводский, С.Д. Жусупов, В. О. Кожина, В.Н. Костров, П.В.Куренков, А.Ф.Котляренко, В.И. Краев, Г.М. Курошева, Е.А.Лаврентьева, С.Б. Лебедев, В.Д. Левый, В. К. Лернер, С.В. Милославская, А.А. Пантин, Г.В. Поваров, В.А. Прокофьев, А.Н. Раховецкий, С.И. Рылов, А.В.Степанец, А.Л. Степанов, И.П. Скобелева, К.В. Холопов, Я.Я. Эглит, Belanger L.H., Bradford A., Kaufmann R.K., Mclaughlin J, Tinbergen J. и других.

Экономико-математический аппарат прогнозирования грузооборота сухопутного и морского транспорта с учетом внутренних и внешних факторов представлен в работах В.И. Бережного, М.П. Власова, Г.Е. Горчакова А.А., А.В. Гладилина, А.А. Григорьева, А.Н. Гармаша, Д.М. Дайтберова, С.Е.Ивановой, Н.Ш. Кремера, А.В. Маслова, В.В. Федосеева, П.Д. Шимко.

**Объектом исследования** является грузовая база морского транспорта, представленная существующими и прогнозируемыми потоками экспортно – импортных, транзитных и каботажных грузов в направлении морских портов.

**Предметом исследования** являются способы и методы анализа и прогноза грузовой базы морского транспорта.

**Научная новизна** состоит в развитии научно-методических подходов к прогнозированию российских грузопотоков в направлении морских портов с учётом элементов конкуренции на рынке портовых услуг.

- разработаны структурно-функциональная и организационная схемы прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов, обеспечивающие взаимосвязь и взаимную ответственность подразделений, участвующих в разработке прогноза, стройность выполняемых при этом процедур;

- для прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов впервые предложен и апробирован парадигмальный метод пролонгации, основанный на использовании функции Лагранжа и случайных величин Гаусса.

- предложен способ сравнения конкурентоспособности морских портов в целях оптимизации распределения грузопотоков между ними.

**Теоретическая ценность** исследования состоит в том, что разработанные рекомендации вписываются в качестве важного элемента в систему перспективного планирования социально – экономического развития морского транспорта.

Были обоснованы горизонты прогнозирования, соответствующие срокам, указанным в основных руководящих документах:

- краткосрочный – до 3-х лет (прогнозные показатели развития морского и внутреннего водного транспорта уточняются ежегодно на 3 последующих года);
- среднесрочный – до 10 лет (Программа возрождения торгового флота России (1993-2000 годы), программа «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)», программа «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)»);
- долгосрочный – более 10 лет (Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года).

**Практическая значимость** полученных результатов заключается в том, что они используются при разработке и корректировке транспортных стратегий, федеральных и отраслевых целевых программ, планов и программ развития морских портов. Автором данной диссертации лично были осуществлены анализ и прогноз российских грузопотоков угля, зерна и химических грузов, представленных в главе 3.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием данных Федеральной службы государственной статистики материалов Министерства транспорта РФ, сопоставлением прогнозных уровней перевалок грузов в портах с фактически выполненными объёмами, а также экспериментальными расчетами.

**Целью** диссертации является разработка научно-методических подходов к анализу и прогнозу грузовой базы российского морского транспорта на основе изучения потребностей экономики и внешней торговли России, её грузообразующих отраслей и населения в морских экспортно-импортных, каботажных и транзитных перевозках, с учётом состояния мировых товарных рынков, конкуренции на рынке транспортных услуг и других факторов, оказывающих влияние на морские перевозки грузов.

Для достижения указанной цели в диссертации решены следующие *основные задачи*:

- обоснована необходимость прогнозирования грузовой базы морского транспорта как важнейшего фактора обеспечения эффективности работы и развития отрасли;
- представлена краткая характеристика российских морских портов и морского транспортного флота;
- выполнен анализ существующих отечественных и иностранных методик прогнозирования грузопотоков;
- разработана структурно-функциональная и организационная схемы анализа и прогноза грузовой базы морского транспорта;
- для прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов предложен и апробирован математический метод. С помощью данного метода был выполнен прогноз грузопотоков угля, зерна и химических грузов в направлении морских портов на период до 2030 года;
- предложен способ сравнения конкурентоспособности морских портов при прогнозировании их грузооборота на перспективу.

**Область исследования** диссертационной работы соответствует пункту 1.4.88 – «Методы прогнозирования и стратегического планирования грузовых и пассажирских перевозок» паспорта специальности 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт)».

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы использованы при выполнении ОАО «Союзморниипроект» следующих плановых работ:

- Разработка научно обоснованных предложений по корректировке Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года по развитию морского транспорта, 2012г.;

Работа использована при корректировке Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030г., утверждаемой Правительством РФ.

- Проведение исследования и анализа перспективных объёмов перевалки грузов через морские порты России и обоснование развития портовых мощностей на период до 2030 г., 2012г.

Использована при разработке Стратегии развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 г. ФГУП «Росморпорт».

- «Научное обеспечение мониторинга подпрограммы «Морской Транспорт», определение эффективности реализации программных мероприятий» (по заказу Федерального агентства морского и речного транспорта), 2013г, 2014г.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 11 научных статей (общим объёмом 4,7 п.л.) (лично автору принадлежит 2,3 п.л.), в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в список ВАК.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и 5 приложений. Общий объём работы 127 машинописных страниц, включая 8 рисунков и 18 таблиц.

## **Содержание диссертации**

### **Введение**

#### **Глава 1. Грузовая база как характеристика российских грузопотоков, проходящих через морские порты**

- 1.1. Инфраструктура морских портов России
  - 1.2. Комплексный подход к управлению работой и развитием морских портов
  - 1.3. Международные транспортные коридоры как факторы формирования грузовой базы морского транспорта
- Выводы по главе 1

#### **Глава 2. Научно - методические основы анализа и прогноза грузовой базы морского транспорта**

- 2.1. Анализ существующих методик прогнозирования грузопотоков
- 2.2. Теоретические основы прогнозирования грузовой базы морского транспорта
- 2.3. Математическая модель прогнозирования грузопотоков
- 2.4. Влияние конкурентоспособности морских портов на прогнозирование их грузооборота

Выводы по главе 2

#### **Глава 3. Практические рекомендации по прогнозированию грузовой базы морского транспорта на период до 2030г**

- 3.1. Прогноз грузопотоков зерна, химических грузов и угля
- 3.2. Сравнение конкурентоспособности портов
- 3.3. Прогноз грузовой базы морского транспорта на период до 2030 года

Выводы по главе 3

### **Заключение**

### **Список литературы**

## Приложения

### II ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

#### **1. Разработаны структурно-функциональная и организационная схемы прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов, обеспечивающие взаимосвязь и взаимную ответственность подразделений, участвующих в разработке прогноза, стройность выполняемых при этом процедур.**

Работа по прогнозированию грузовой базы включает два раздела: анализ современного состояния грузовой базы морского транспорта и прогноз изменения грузовой базы в будущем периоде заданной продолжительности.

Анализ состояния грузовой базы морского транспорта должен охватывать прошлый временной период такой продолжительности, которая позволяла бы выявить основные тенденции в изменении грузопотоков и причины этих изменений.

Грузовая база морского транспорта может претерпевать следующие изменения: нарастание (убывание) потока какого-либо груза; изменение направления грузопотока; появление нового грузопотока; изменение способа перевозки (например, охват контейнеризацией перевозок тарно-штучных грузов).

Указанные изменения обуславливаются следующими причинами: изменениями темпов роста российской экономики; появлением новых месторождений полезных ископаемых; развитием действующих или строительством новых промышленных центров; ростом (снижением) потребности в каком-либо виде товаров на мировых товарных рынках; появлением конкурентов в соответствующих сегментах рынка; переключением части грузопотока на другие виды транспорта (например, сырой нефти на введённый в эксплуатацию новый нефтепровод); колебанием мировых цен на различные товары; событиями политического характера, влияющими на экономические и внешнеторговые связи России с другими государствами (например, вхождением Крыма, на побережье которого расположены пять морских портов, в состав России).

Перегрузочные комплексы, а также необходимые для их функционирования защитные гидротехнические сооружения, объекты системы безопасности, подъездные пути и другие элементы инфраструктуры морских портов являются дорогостоящими сооружениями с длительными сроками эксплуатации. Поэтому для их эффективного использования требуется прогноз грузовой базы на длительный срок.

Прогнозы грузовой базы составляются, как правило, в двух или трёх вариантах (оптимистический, пессимистический, номинальный).

Результаты анализа и прогноза должны быть детально описаны и надёжно обоснованы в соответствующем отчёте.

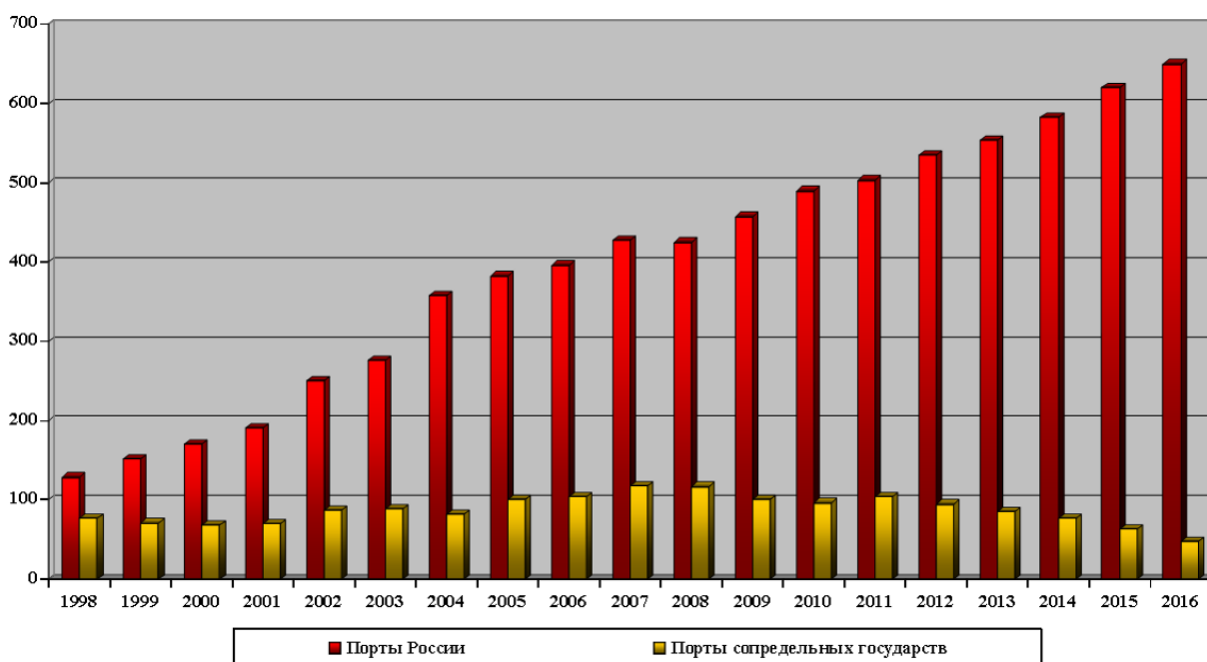
Задачей анализа является выявление тенденций и определение закономерностей в изменениях каждого грузопотока с целью их использования при разработке прогноза. В диссертации выполнен анализ грузопотоков с 1998 по 2016 годы (Таблица 1, Рисунок 1).

К числу тенденций и закономерностей, например, могут быть отнесены следующие изменения: сокращение разницы между объёмами перевалки генеральных и массовых (наливных и навалочных) грузов в портах. А это, в свою очередь, могло бы свидетельствовать о переходе экономики страны от "сырьевой" к наукоёмкой, повышении конкурентоспособности российских товаров на мировом рынке; сокращение доли портов

**Таблица 1 - Динамика объемов перевалки российских грузов через морские порты России и порты сопредельных государств в период 1998-2016 годы**

млн. тонн

№ стр.	Грузопотоки	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.	<b>Всего</b>	<b>211,8</b>	<b>232,4</b>	<b>250,3</b>	<b>275,1</b>	<b>351,6</b>	<b>379,5</b>	<b>455,8</b>	<b>507,5</b>	<b>525,0</b>	<b>568,2</b>	<b>571,1</b>	<b>597,1</b>	<b>622,3</b>	<b>639,5</b>	<b>661,6</b>	<b>674,3</b>	<b>708,57</b>	<b>739,2</b>	<b>769,1</b>
	В том числе:																			
2.	Каботажные	7,7	10,8	12,3	15,2	14,9	15,6	16,7	25,6	25,3	24,0	29,3	39,0	36,5	32,1	31,7	36,0	49,17	56,1	72,0
3.	Внешнеторговые	204,1	221,6	238,0	259,9	336,7	363,9	439,1	481,9	499,7	544,2	541,8	558,1	585,8	607,4	629,9	638,3	659,4	683,1	697,1
	Из них:																			
4.	Через порты России	128,2	150,9	170,0	190,4	250,6	275,7	357,8	382,1	395,7	427,1	425,3	457,4	489,5	503,5	535,3	553,5	582,8	620,7	650,0
5.	Через порты сопредельных государств	75,9	70,7	68,0	69,5	86,1	88,2	81,3	99,8	104,0	117,1	116,5	100,7	96,3	103,9	94,6	84,8	76,6	62,4	47,1
6.	Доля портов сопредельных стран в суммарном объеме перевалки российских внешнеторговых грузов (%)	37,2	31,9	28,6	26,7	25,6	24,2	18,5	20,7	20,8	21,5	21,5	18,0	16,4	17,1	15,0	13,3	11,6	9,2	6,7
7.	Всего через порты России (2+4)	135,9	161,7	182,2	205,6	265,5	291,3	374,5	407,7	421,0	451,1	454,6	496,4	526,0	535,6	567,0	589,5	631,99	676,8	722,0



**Рисунок 1. Динамика объемов перевалки внешнеторговых российских грузов через морские порты России и порты сопредельных государств в период 1998-2016 годы (млн.т)**

сопредельных стран в общем объеме перевалки российских грузов; резкое увеличение в 90-е годы экспорта металлов в результате снижения спроса на металл на внутреннем рынке в период кризиса с одновременным ростом спроса на внешнем рынке; рост объемов экспорта российского угля как следствия значительного повышения цен на нефть и активного выступления западных экологов против строительства атомных электростанций; опережающее развитие добычи углеводородного сырья с шельфов северных и дальневосточных морей по сравнению с традиционными районами добычи, что привело к изменению направлений и объемов грузопотоков сырой нефти и сжиженного газа; начало экспорта российского зерна после длительного периода, когда Советский Союз закупал большие партии зерна на внешнем рынке. На данный момент Россия вышла в мировые лидеры по экспорту зерна.

В диссертации выявлены основные факторы, определяющие прогноз грузовой базы морского транспорта.

Прогнозирование грузопотоков осуществляется на основе анализа следующих факторов:

- развития в прогнозируемый период российской экономики и её внешнеторговых связей;
- развития грузообразующих отраслей экономики и их экспортных возможностей;
- потребности страны в импортных товарах;
- прогнозируемых изменений на мировых товарных рынках; деятельности конкурентов России на мировом рынке.

Развитие российской экономики является главным, разнонаправленным и поэтому наиболее трудно учитываемым фактором.

Действительно, быстрый рост отечественной экономики повышает внутренний спрос на энергетические и сырьевые ресурсы (нефть, газ, уголь, металл, лес, строительные материалы и др.). Это может привести к сокращению экспорта указанных товаров. Но в то же время данные товары, особенно нефть, являются основными статьями российского



экспорта, в значительной степени обеспечивающего наполнение бюджета и развитие экономики России; поэтому сокращение их экспорта в обозримом будущем нежелательно.

Опережающее развитие отраслей, производящих средства производства и товары широкого потребления, по сравнению с сырьевыми отраслями приведёт к облагораживанию российского экспорта. Но только при условии, если отечественные товары будут конкурентоспособны на мировом рынке.

Повышение жизненного уровня населения и, как следствие, покупательского спроса способствует привлечению импортных товаров.

Укрепление или ослабление курса рубля также существенно влияет на соотношение экспорта и импорта российских товаров.

Подобные вопросы возникают постоянно при прогнозировании грузопотоков, и решать их следует исходя из конкретно сложившейся ситуации и аргументированных предположений о её изменении в будущем.

*Развитие грузообразующих отраслей экономики и их экспортных возможностей.*

В настоящее время и, по-видимому, на достаточно длительную перспективу основными грузообразующими отраслями для морского транспорта будут: топливно-энергетический комплекс, металлургическая, химическая, лесная промышленность. Поэтому для прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов необходимо следить за стратегиями, прогнозами, планами, программами развития указанных отраслей. Следует постоянно накапливать информацию об освоении новых месторождений, строительстве нефтеперерабатывающих, химических, металлургических заводов, угольных шахт и т.д.

Выпускаемые данными отраслями объёмы продукции требуется разделять на продукцию для внутреннего потребления и продукцию для отправки на экспорт.

*Потребность страны в импортных товарах* определяется множеством факторов, в частности: необходимостью закупки импортного оборудования, станков, приборов, некоторых материалов для развивающейся российской промышленности, поскольку качество изделий отечественного производства в большинстве случаев пока ещё уступают аналогичным зарубежным образцам (например, морские порты в основном оснащены импортным подъёмно-транспортным оборудованием); постоянными закупками большого количества импортных товаров массового спроса (одежды, обуви, бытовой техники, парфюмерии, мебели и т.д.). Огромным спросом пользуются в России автомобили иностранных марок; неоправданно высока доля импортных продовольственных товаров. Несмотря на отсталость российского сельского хозяйства, доля отечественных продовольственных товаров на российском рынке могла бы быть значительно выше при разумной организации сельскохозяйственного производства, своевременных закупках и должном хранении сельхозпродукции. Но пока дело обстоит так, как сегодня, при прогнозировании грузовой базы необходимо предусматривать грузопотоки импортных продовольственных товаров, в том числе скоропортящихся, требующих для их перевозки и хранения наличия рефрижераторных судов, вагонов, складов, контейнеров.

В общем объёме российских внешнеторговых грузов экспорт в различные годы превышал импорт в 8-13 раз. Если даже учитывать только сухие грузы (сырая нефть и нефтепродукты идут практически только в экспорте), то превышение экспорта над импортом составляло 5,0-5,5 раз.

*Изменения на мировых товарных рынках* происходят постоянно, затрагивают любые параметры (виды товаров, объёмы продаж, цены и пр.) и обусловлены множеством причин. Ниже приведены некоторые примеры: хорошо известна огромная амплитуда колебаний цен на нефть. Эти цены зависят от темпов роста промышленного производства (при высоких темпах потребление топлива выше), сезона и температурного режима (в холодное время года потребляется топлива больше, чем в тёплое, в морозные зимы больше, чем в мягкие), успехов в разработке альтернативных видов энергии (солнечной,

ветровой и др.), волевых решений основных экспортёров нефти (в первую очередь, ОПЕК) и многих других причин. К тому же усиливается конкуренция нефти со стороны угля и газа. Рынки продовольственных товаров, особенно зерна, зависят от урожаев в странах-экспортёрах и импортёрах; продажа минеральных удобрений зависит от аграрной политики конкретных стран. Так, развивающиеся страны используют минеральные удобрения в большом количестве с целью повышения урожайности, в то время как развитые страны основное внимание уделяют экологии продуктов питания и поэтому ограничивают использование минеральных удобрений.

*Фактор конкуренции* весьма значителен при продвижении на мировой рынок любого товара. Так, в своё время при экспорте угля в европейские страны российские экспортёры сталкивались с конкуренцией со стороны Польши. В последние годы всё более мощным конкурентом по ряду товаров становится Китай. Жёсткая конкурентная борьба постоянно происходит на рынке продовольственных товаров, особенно зерна.

Важнейшую роль в прогнозировании грузопотоков играют наблюдения за колебаниями мировых цен на различные виды продукции. Именно цены в первую очередь определяют объёмы товаров, поступающие на рынок. В то же время действует и обратная зависимость: рост объёмов товаров, поступающих на рынок, обычно приводит к снижению цен, а сокращение объёмов – к их росту.

С учётом вышеизложенного в процессе работы над диссертацией были дополнены методические рекомендации по анализу и прогнозу грузовой базы морского транспорта. Эти рекомендации использованы автором при разработке прогноза грузопотоков российского угля, зерна и химических грузов в направлении морских портов на период до 2030 года в рамках ряда работ, выполняемых ОАО «Союзморниипроект».

Схема информационных потоков, имеющих место при составлении прогноза, позволяет получить общее представление об исследуемой области. (Рисунок 2).



**Рисунок 2. Схема информационных потоков в процессе анализа и прогноза грузовой базы морского транспорта**

**2. Для прогнозирования грузопотоков в направлении морских портов впервые предложен и апробирован парадигмальный метод пролонгации, основанный на использовании функции Лагранжа и случайных величин Гаусса.**

При разработке методики следует учитывать все составляющие для получения наиболее адекватного и приближенного к действующим реалиям прогноза, поэтому в данной главе упомянутая ранее информация и отсылки обобщаются для приведения к некому общему виду, пригодному для составления прогноза.

В ходе исследования было разработано экстраполяционное математическое обоснование предлагаемой методики, представляющее собой парадигмальный метод пролонгации, в основу которого легли функция Лагранжа и случайные величины Гаусса.

Известны методы прогнозирования объемов поставляемых грузов по отдельным направлениям, заключающиеся в следующем.

Пусть известны объемы поставленных грузов по данному направлению  $y_i$  в моменты времени  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots N$ ). Необходимо найти прогнозируемое значение объема груза  $y$ , которое будет поставлено по этому направлению в момент  $x$

( $x > x_N$ ).

Поскольку предполагаемого значения объема груза в момент  $x$  нет, будем искать прогнозируемое значение поставок из соотношения

$$y = \sum_{i=1}^N c_i y_i, \quad (1)$$

где  $c_i$  – весовые коэффициенты.

Рассмотрим сначала случай линейной зависимости величин  $y_i$  от моментов времени  $x_i$ , т.е. пусть имеют место соотношения

$$y_i = a x_i + b + \eta_i, \quad i = 1, 2, 3 \dots N, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  – некоторые параметры, а  $\eta_i$  – некоторые случайные добавки, определяющиеся всевозможными факторами, приводящие к отклонению зависимости  $y_i = f(x_i)$  от линейной зависимости (имеются в виду стихийные катаклизмы, экономические кризисы и прочие форс-мажорные обстоятельства, в том числе и распад Советского Союза).

Тогда для прогнозируемого значения можно записать

$$y = a \sum_{i=1}^N c_i x_i + b \sum_{i=1}^N c_i + \sum_{i=1}^N c_i \eta_i. \quad (3)$$

Потребуем выполнения условий

$$\sum_{i=1}^N c_i x_i = x, \quad \sum_{i=1}^N c_i = 1. \quad (4)$$

При этом прогнозируемое значение примет вид

$$y = a x + b + \sum_{i=1}^N c_i \eta_i \quad (5)$$

и регулярная часть последнего соотношения будет соответствовать регулярной части зависимостей (2).

А для того, чтобы прогноз был по возможности более точным, необходимо иметь как можно меньше случайную часть  $\sum_{i=1}^N c_i \eta_i$ .

Добиться этого можно следующим образом.

Поскольку случайные добавки  $\eta_i$ , как правило, определяются большим числом факторов, то они оказываются гауссовскими случайными величинами (в технике и природе наиболее распространенное распределение случайных чисел - гауссовское или нормальное, распространенный алгоритм моделирования таких величин основан на центральной предельной теореме, согласно которой, закон плотности распределения вероятности суммы независимых случайных величин стремится к нормальному при увеличении числа независимых случайных величин), статистически не зависимыми для разных моментов времени  $x_i$ .

Кроме того, за время наблюдения их можно считать случайными величинами с одинаковыми дисперсиями  $\sigma_{\eta}^2$ .

В этих условиях случайная добавка в прогнозируемой величине  $y$  будет иметь дисперсию

$$\sigma_{\eta}^2 \sum_{i=1}^N c_i^2 \quad (6)$$

Очевидно, что прогноз будет наилучшим, если потребовать минимума величины  $\sum_{i=1}^N c_i^2$ .

Таким образом, задача оптимального прогнозирования свелась к математической задаче: найти совокупность весовых коэффициентов  $c_i$  из условия минимума целевой функции  $z = \sum_{i=1}^N c_i^2$  при ограничениях (4).

Такая задача, как известно, может быть решена с помощью неопределенных множителей Лагранжа.

Для этого введем функцию Лагранжа. Это функция, используемая при решении задач на условный экстремум функций многих переменных и функционалов. С её помощью записываются необходимые условия оптимальности в задачах на условный экстремум. При этом не требуется выражать одни переменные через другие или учитывать, что не все переменные являются независимыми. Получаемые с помощью функции необходимые условия представляют замкнутую систему соотношений, среди решений которой содержится искомое оптимальное решение задачи на условный экстремум. Используется как при рассмотрении теоретических вопросов линейного и нелинейного программирования, так и при построении некоторых вычислительных методов.

$$L = \sum_{i=1}^N c_i^2 - \lambda \sum_{i=1}^N c_i x_i - \mu \sum_{i=1}^N c_i \quad (7)$$

При этом для решения рассматриваемой задачи необходимо приравнять нулю частные производные функции Лагранжа по переменным  $c_i$  (условие экстремума функции  $L$ ), а полученные значения переменных  $c_i$  подчинить ограничениям (4).

В результате некоторых преобразований получаем формулу вида:

$$\hat{y} = (x, 1) (\mathbf{A}^+ \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^+ \mathbf{y}. \quad (8)$$

Последнее выражение и представляет собой оптимальный линейный прогноз объема перевозок.

Приведем выражение для оптимального линейного прогноза объема перевозок к более удобному для практического использования виду.

Используем для этого представление прогнозируемого объема перевозок в виде (8).

Вектор исходных данных  $\mathbf{y}$  при этом может быть представлен в виде

$$\mathbf{y} = \mathbf{A} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} + \boldsymbol{\eta}, \quad (9)$$

где  $\boldsymbol{\eta}$ - вектор-столбец случайных величин  $\eta_i$ , т.е.

$$\boldsymbol{\eta}^+ = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_N). \quad (10)$$

Подставляя (32) в (21), находим

$$\hat{y} = ax+b + (x, 1) (\mathbf{A}^+ \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^+ \boldsymbol{\eta}. \quad (11)$$

Из полученного представления следует, что прогнозируемое значение объема перевозок в этом случае оказывается несмещенной гауссовской случайной величиной, а ее дисперсия составляет

$$\sigma^2 = \sigma_{\eta}^2 (x, 1) (\mathbf{A}^+ \mathbf{A})^{-1} \begin{pmatrix} x \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Подставляя сюда выражение для обратной матрицы из (30), находим

$$\sigma^2 = \sigma_{\eta}^2 / N \{1 + (x - \bar{x})^2 / \sigma_x^2\}. \quad (13)$$

Таким образом, ошибка прогнозирования убывает по мере увеличения объема исходных данных, но квадратично возрастает по мере удаления момента прогноза от среднего момента получения исходных данных.

Заметим, что поскольку в исходных данных моменты времени идут с шагом в один год, то при расчетах удобно задавать моменты времени следующим образом:

$$x_1=0, x_2=1, x_3=2, \dots, x_N=N-1. \quad (14)$$

Соотношение может быть использовано для количественной оценки качества прогнозирования. Однако, для этого необходимо располагать значением дисперсии  $\sigma_{\eta}^2$ . Поскольку а priori она неизвестна, то для ее оценки можно воспользоваться исходными данными.

Рассмотрим случай, когда объемы перевозок по годам для отдельного направления хорошо аппроксимируются линейной моделью (1).

Используя для вектора  $\mathbf{y}$  представление (32), для оценки  $\hat{D}$  имеем

$$\hat{D} = 1/N \eta^+ \{ \mathbf{I} - \mathbf{A}(\mathbf{A}^+\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^+ \} \eta . \quad (15)$$

С учетом свойств вектор-столбца  $\eta$  последнее соотношение можно переписать в форме

$$\hat{D} = 1/N \sigma_{\eta}^2 \xi^+ \{ \mathbf{I} - \mathbf{A}(\mathbf{A}^+\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^+ \} \xi , \quad (16)$$

где  $\xi$  - гауссовский вектор-столбец с нулевым МО и единичной корреляционной матрицей.

Таким образом, при достаточно большом объеме исходных данных ( $N \gg 1$ ) оценка будет весьма близка к истинному значению дисперсии  $\sigma_{\eta}^2$ , что обеспечит правомерность ее использования для оценки качества прогноза объема груза в выбранном направлении изложенным выше методом, но только в том случае, если сохранится закономерность изменений. В перспективе будут присутствовать те же тенденции развития, что и в ретроспективе, в реальности же прогноз часто приходится корректировать, изменяя показатели эвристически.

Формула вида  $y = \sum_{i=1}^N c_i y_i$  была преобразована в

$\hat{D} = 1/N \sigma_{\eta}^2 \xi^+ \{ \mathbf{I} - \mathbf{A}(\mathbf{A}^+\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^+ \} \xi$ , что в свою очередь было преобразовано в формулу, пригодную для практических расчётов:

$$Y_x = (Y_{x-9} - Y_{x-10} + Y_{x-8} - Y_{x-9} + Y_{x-7} - Y_{x-8} + Y_{x-6} - Y_{x-7} + Y_{x-5} - Y_{x-6} + Y_{x-4} - Y_{x-5} + Y_{x-3} - Y_{x-4} + Y_{x-2} - Y_{x-3} + Y_{x-1} - Y_{x-2} + Y_x - Y_{x-1})/k_{i-1} + Y_{x-1} \text{ или } Y_{2014} = (Y_{2003} - Y_{2002} + Y_{2004} - Y_{2003} + Y_{2005} - Y_{2004} + Y_{2006} - Y_{2005} + Y_{2007} - Y_{2006} + Y_{2008} - Y_{2007} + Y_{2009} - Y_{2008} + Y_{2010} - Y_{2009} + Y_{2011} - Y_{2010} + Y_{2012} - Y_{2011} + Y_{2013} - Y_{2011})/(x-1) + Y_{2013}$$

Данный метод математической экстраполяции основан на анализе закономерностей в изменении грузопотоков, сложившихся в прошлый (ретроспективный) период достаточной продолжительности, и распространения этих закономерностей на будущий, прогнозируемый период. Метод исходит из допущения о том, что наблюдаемые закономерности в течение указанного периода достаточно устойчивы.

Метод даёт хорошие результаты, но лишь в случае, если в течение прогнозируемого периода не происходит резких качественных изменений параметров грузопотоков в силу каких-либо непредвиденных, экстраординарных событий. Если же такое происходит, необходимо менять гипотезу развития грузовой базы.

Используя данные прошлых лет, в главе 3 произведены расчёты и дан детальный прогноз по нескольким видам грузов на период до 2030г.

Представлен выполненный автором анализ и прогноз перевалки угля, зерна и химических грузов. При этом необходимо отметить, что объёмы перевалки российских грузов в российских морских портах возрастали быстрее, чем в портах сопредельных стран. Так, если в 1996 г. доля портов сопредельных стран в общем объёме перевалки российских внешнеторговых грузов составляла 39,4%, то в 2014 эта доля сократилась до 11,6% и имеет тенденцию к дальнейшему снижению. В 2016г эта доля сократилась до 6,7%.

Данные, характеризующие объёмы перевалки российских внешнеторговых и каботажных грузов на 2030 г. в распределении по морским бассейнам и портам, а также по номенклатуре, представлены на таблицах 5 и 6.

Произведён расчет прогноза для перевалки зерна (Таблица 2), химических грузов (Таблица 3) и угля (Таблица 4) до 2030 года. Следует заметить, что в случае с углём в формулу пришлось вносить изменения ввиду того, что в промежутке с 2020 по 2030 федеральной целевой

программой предусмотрено значительное снижение темпов добычи угля и отправки его на экспорт.

Таблица 2 – Прогноз перевалки зерна российскими портами до 2030 года

млн. т							
Годы	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Объёмы перевалки зерна	34,49	36,82	39,43	42,04	44,92	47,02	50,69
<i>Динамика (в сравнении с пред. периодом)</i>	2,47	2,33	2,61	2,61	2,88	2,10	3,67

Годы	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Объёмы перевалки зерна	53,53	56,22	59,65	62,36	65,12	67,90	70,73	73,57
<i>Динамика (в сравнении с пред. периодом)</i>	2,84	2,69	3,42	2,71	2,76	2,78	2,83	2,85

Таким образом, прогнозируемые объёмы перевалки зерна в российских морских портах составляют на 2020г. – 44,92 млн тонн, на 2030г. – 73,57 млн. т. В дальнейшем, однако, ожидается уменьшение перевозок из-за введённой в 2015 г. экспортной пошлины на пшеницу, призванной в случае резкого ослабления курса рубля сдерживать экспорт зерна и продуктов его переработки. Из-за этого уже можно наблюдать падение экспорта зерна примерно на 20%, в виду чего прогноз на 2020 и 2030 может быть пересмотрен.

Таблица 3 – Прогноз перевалки химических грузов российскими портами до 2030 года млн. т.

Годы	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Объёмы перевалки хим. грузов	18,99	19,19	19,66	20,04	20,72	21,62	22,07
<i>Динамика (в срав. с пред. периодом)</i>	0,29	0,20	0,47	0,38	0,68	0,90	0,45

Годы	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Объёмы перевалки хим. грузов	22,64	23,49	24,25	24,83	25,39	25,97	26,59	27,22
<i>Динамика (в сравнении с пред. периодом)</i>	0,57	0,85	0,76	0,58	0,56	0,58	0,62	0,63

Таким образом, прогнозируемые объёмы перевалки химических грузов в российских морских портах составляют на 2020г. – 20,72 млн. тонн, на 2030г. – 27,22 млн. т. Данный прогноз с использованием математической модели совпадает с результатами иных прогнозов.

Таблица 4 – Прогноз перевалки угля российскими портами до 2030 года

млн. т							
Годы	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Объёмы перевалки угля	131,79	139,98	148,51	157,28	166,62	175,81	185,54
<i>Динамика (в срав. с пред. периодом)</i>	7,65	8,19	8,54	8,77	9,33	9,19	9,74



Годы	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Объёмы перевалки угля	195,29	204,94	214,32	223,24	232,24	241,38	250,59	259,88
Динамика (в срав. с пред. периодом)	9,75	9,65	9,39	8,91	9,01	9,13	9,22	9,28

Следует заметить, что точность прогноза, рассчитанного по данной математической методике, напрямую зависит от количества лет, взятых за основу. Большой период - более точный прогноз, и наоборот. Большое влияние на прогноз может оказать эвристическая составляющая, которая должна добавляться в формулу вручную в случае её появления. Поэтому в отличие от прогнозов по зерну и минеральным удобрениям, где полученные величины совпали с данными иных прогнозов, прогноз по углю с 2020 по 2030 годы будет отличаться из-за решения Правительства Российской Федерации (и угольной промышленности) искусственно ограничить прирост добычи и экспорта угля в пользу иных энергетических комплексов. В соответствии с их расчетами годовой прирост с 2020г. по 2030г должен сократиться почти в два раза (45 млн. т вместо 90).

### 3. Предложен способ сравнения конкурентоспособности морских портов в целях оптимизации распределения грузопотоков между ними.

Оценка конкурентоспособности морских портов является важной частью локального прогнозирования, поскольку даже при наличии данных об объёмах перевалки груза в целом, перед исследователем возникает проблема распределения имеющегося объёма по портам в зависимости от действующих производственных мощностей и степени их использования.

Показатель гибкости морского порта ( $\Gamma$ ) является комплексным и может быть рассчитан интегрированием коэффициентов гибкости к нововведениям и потребностям рынка.

Такой же подход применяется при рассмотрении показателя адаптивности ( $A$ ) к нововведениям и адаптивности к рынку.

Показателем гибкости технической базы порта к внедряемым новшествам является отношение:

$$\Gamma_n = \frac{\sum_{i=0}^n C_i}{\Phi} * \left(1 - \sum_{i=0}^n \frac{B_{ni}}{F_{si}}\right) \quad (17)$$

где,  $n$  – количество внедренных новшеств за исследуемый период времени. ед.;  $\Phi$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов порта, руб.;  $C_i$  – стоимость  $i$ -го нововведения, руб.;  $B_{ni}$  – время установки  $i$ -го нововведения, дни;  $F_{si}$  – планируемое эффективное время работы  $i$ -го нововведения, дни.

Показатель гибкости порта к потребностям рынка следует рассчитывать по следующей формуле:

$$\Gamma_{\Pi} = \frac{D_{coi} - D_{cbi}}{D_{co\ max} - D_{cb\ max}} \quad (18)$$

где,  $D_{coi}$ ,  $D_{cbi}$  – добавленная стоимость, созданная в обследуемом порту соответственно за исследуемый и прошлый годы;  $D_{co\ max}$ ,  $D_{cb\ max}$  – добавленная стоимость, созданная в лучшем порту из всей обследуемой совокупности объектов, соответственно, за исследуемый и прошлый годы.

Показатель гибкости порта равняется:

$$\Gamma = \Gamma_n * \Gamma_{\Pi} \quad (19)$$



Таблица 5. Прогноз грузооборота морских портов на 2030 г. в распределении по номенклатуре грузов

млн. т

	2014 г. (отчёт)				2030 г. (прогноз)			
	Всего	Экспорт	Импорт	Каботаж	Всего	Экспорт	Импорт	Каботаж
<b>Всего</b>	<b><u>708,57</u></b>	<b><u>614,27</u></b>	<b><u>49,48</u></b>	<b><u>44,82</u></b>	<b>1085,01</b>	<b>888,56</b>	<b>142,02</b>	<b>54,43</b>
<b>Наливные</b>	<b>366,94</b>	<b>343,44</b>	<b>3,70</b>	<b>19,80</b>	<b>471,15</b>	<b>446,40</b>	<b>4,60</b>	<b>20,15</b>
Нефть сырая	193,74	190,72	2,99	0,03	239,80	226,25	4,00	9,55
Нефтепродукты	157,32	137,56	0,00	19,76	173,05	162,50	0,00	10,55
Прочие наливные	15,88	15,16	0,71	0,01	58,30	57,65	0,60	0,05
<b>Сухие</b>	<b>341,63</b>	<b>270,83</b>	<b>45,78</b>	<b>25,02</b>	<b>613,86</b>	<b>442,16</b>	<b>137,42</b>	<b>34,28</b>
<i>Навалочные</i>	<i><u>189,20</u></i>	<i><u>177,03</u></i>	<i><u>8,46</u></i>	<i><u>3,71</u></i>	<i>271,91</i>	<i>258,71</i>	<i>9,44</i>	<i>3,76</i>
Уголь и кокс	139,99	138,31	0,03	1,65	187,10	185,30	0,30	1,50
Руды и концентраты	10,05	7,87	2,08	0,10	33,60	29,80	3,65	0,15
Химические	27,11	27,11	0,00	0,00	41,70	39,95	0,25	1,50
Сахар	1,68	0,00	1,68	0,00	2,65	0,00	2,65	0,00
Прочие навалочные	10,37	3,74	4,67	1,96	6,86	3,66	2,59	0,61
<i>Зерно насыпью</i>	<i><u>30,88</u></i>	<i><u>30,23</u></i>	<i><u>0,07</u></i>	<i><u>0,58</u></i>	<i>39,06</i>	<i>37,55</i>	<i>1,40</i>	<i>0,11</i>
<i>Лесные</i>	<i><u>4,82</u></i>	<i><u>4,28</u></i>	<i><u>0,00</u></i>	<i><u>0,54</u></i>	<i>10,52</i>	<i>9,41</i>	<i>0,00</i>	<i>1,11</i>
<i>Генеральные</i>	<i><u>116,73</u></i>	<i><u>59,29</u></i>	<i><u>37,25</u></i>	<i><u>20,19</u></i>	<i>292,37</i>	<i>136,49</i>	<i>126,58</i>	<i>29,30</i>
Металлы не в деле	34,03	32,76	0,78	0,49	55,80	52,00	1,70	2,10
Машины и оборудование	2,91	0,43	1,08	1,40	4,20	0,47	1,43	2,30
Скоропортящиеся	3,61	0,06	2,62	0,93	3,75	0,20	2,60	0,95
Контейнеры	46,96	15,58	25,98	5,40	193,24	71,18	110,56	11,50
Паромы	11,14	0,81	0,68	9,65	14,36	2,28	2,48	9,60
Прочие тарно-штучные	18,08	9,65	6,11	2,32	21,02	10,36	7,81	2,85

Таблица 6. Прогноз грузооборота морских портов на 2030 г. в распределении по морским бассейнам

МЛН. Т

	2014 г. (отчет)				2030 г. (прогноз)			
	Всего	Экспорт	Импорт	Каботаж	Всего	Экспорт	Импорт	Каботаж
<b>Всего</b>	<b>708,57</b>	<b>614,27</b>	<b>49,48</b>	<b>44,82</b>	<b>1085,01</b>	<b>888,56</b>	<b>142,02</b>	<b>54,43</b>
Через порты России	631,99	539,46	47,71	44,82	1026,32	831,82	140,07	54,43
Через порты сопредельных государств	76,58	74,81	1,77	0,00	58,69	56,74	1,95	0,00
<b>Арктический бассейн</b>	<b>34,99</b>	<b>30,31</b>	<b>0,52</b>	<b>4,16</b>	<b>98,01</b>	<b>80,08</b>	<b>1,98</b>	<b>15,95</b>
Мурманск	21,82	20,26	0,43	1,13	46,64	39,05	1,15	6,44
Архангельск	4,18	3,11	0,05	1,02	7,43	5,24	0,71	1,48
Прочие порты С.Б.	3,11	1,06	0,04	2,01	34,44	31,29	0,12	3,03
<b>Балтийский бассейн</b>	<b>286,14</b>	<b>254,49</b>	<b>25,70</b>	<b>5,95</b>	<b>415,87</b>	<b>336,61</b>	<b>72,22</b>	<b>7,04</b>
Порты России	223,49	192,90	24,64	5,95	363,18	284,87	71,27	7,04
Санкт-Петербург	61,18	41,25	18,15	1,78	98,32	64,92	32,85	0,55
Калининград	13,90	7,03	5,05	1,82	45,13	15,64	27,30	2,19
Выборг	1,66	1,60	0,06	0,00	4,80	4,63	0,17	0,00
Высоцк	17,43	16,75	0,00	0,68	20,15	19,55	0,00	0,60
Усть-Луга	75,67	72,62	1,38	1,67	124,78	110,13	10,95	3,70
Приморск	53,65	53,65	0,00	0,00	70,00	70,00	0,00	0,00
Порты Балтии	62,65	61,59	1,06	0,00	52,69	51,74	0,95	0,00
<b>Азово - Черноморский бассейн</b>	<b>216,94</b>	<b>191,52</b>	<b>10,96</b>	<b>14,46</b>	<b>279,46</b>	<b>244,53</b>	<b>29,58</b>	<b>5,35</b>
Порты России	203,01	178,30	10,25	14,46	273,46	239,53	28,58	5,35
Новороссийск	121,59	114,21	6,42	0,96	145,20	129,10	13,95	2,15
Таганрог	2,85	1,87	0,20	0,78	5,67	5,20	0,42	0,05
Туапсе	22,13	21,73	0,40	0,00	27,55	26,65	0,90	0,00
Кавказ	18,37	10,99	0,30	7,08	14,00	11,00	0,95	2,05
Темрюк	2,05	1,62	0,10	0,33	4,31	3,99	0,17	0,15
Тамань	10,21	9,65	0,56	0,00	44,15	39,20	4,95	0,00
Прочие порты ЧАБ	0,36	0,02	0,33	0,01	2,56	0,40	1,46	0,70
Порты Украины	13,93	13,22	0,71	0,00	6,00	5,00	1,00	0,00
<b>Каспийский бассейн</b>	<b>7,93</b>	<b>3,69</b>	<b>3,72</b>	<b>0,52</b>	<b>19,39</b>	<b>11,11</b>	<b>7,25</b>	<b>1,03</b>
Астрахань	2,73	1,84	0,37	0,52	7,33	6,08	0,40	0,85
Махачкала	4,94	1,62	3,32	0,00	10,17	4,34	5,83	0,00
<b>Дальневосточный бассейн</b>	<b>162,57</b>	<b>134,26</b>	<b>8,58</b>	<b>19,73</b>	<b>272,28</b>	<b>216,23</b>	<b>30,99</b>	<b>25,06</b>
Владивосток	15,34	4,99	4,40	5,95	35,35	17,49	9,94	7,92
Находка	20,77	16,84	0,25	3,68	26,91	23,00	0,46	3,45
п.Восточный	57,78	54,46	2,43	0,89	110,91	92,25	18,06	0,60
Ванино	26,25	23,44	0,88	1,93	47,58	43,08	1,46	3,04
Прочие порты ДВ	11,51	4,83	0,61	6,07	16,31	5,85	1,05	9,41

Показателем адаптивности к нововведениям будем считать отношение прироста фондовооруженности труда в обследуемом порту к приросту фондовооружённости труда в порту, где эта величина наиболее высокая:

$$A_n = \frac{\Phi_{воi} - \Phi_{вбi}}{\Phi_{воmax} - \Phi_{вбmax}} \quad (20)$$

где,  $\Phi_{воi}$ ,  $\Phi_{вбi}$  – фондовооруженность труда, сотрудников работающих в обследуемом порту соответственно за исследуемый и прошлый годы;  
 $\Phi_{воmax}$ ,  $\Phi_{вбmax}$  – фондовооруженность труда, сотрудников работающих в лучшем порту из обследуемой совокупности, соответственно, за исследуемый и прошлый годы.

Адаптивность порта к потребностям рынка может быть рассчитана следующим образом:

$$A_p = \frac{Pr_i}{Pr_{max}} * \frac{Pf_i}{Pf_{max}} \quad (21)$$

где,  $Pr_i$ ,  $Pr_{max}$  – прибыль, получаемая портом в расчете на одного работающего в исследуемом порту, лучшем из обследуемой совокупности, руб./чел.;  $Pf_i$ ,  $Pf_{max}$  – прибыль, получаемая портом в расчете на рубль стоимости основных производственных фондов в исследуемом порту, лучшем из обследуемой совокупности, руб./руб.

Адаптивным к потребностям рынка может считаться порт, в котором прибыль возрастает в расчете на одного работающего и единицу стоимости применяемой техники.

В результате исследования была получена зависимость между занимаемой долей рынка стивидорной компанией и показателями её конкурентоспособности, а также определена приоритетность факторов конкурентоспособности.

Полученные результаты в целом совпадают с мнениями экспертов в области портовой деятельности. Однако в таком виде расчёты имеет ограниченные возможности, в данном же исследовании нас интересует несколько более комплексное понимание проблемы, поэтому мы видоизменим формулу, добавив дополнительные параметры.

Для разработки методики прогнозирования грузовой базы требуется прежде всего выявить, какие факторы воздействуют на её изменения.

Одним из наиболее важных является ситуация на внутреннем и мировом рынках, техническая оснащённость портов, состояние Международных транспортных коридоров (МТК) и судов.

Следует проанализировать изменение грузовой базы предыдущих лет по основным грузам, таким, как нефть, уголь, генеральные и химические грузы.

Сделав попытку вывести формулу для прогнозирования грузовой базы водного транспорта на основании собранной информации, мы получим следующее:

$$X = (A_i + V(i+1)/\Gamma) * K \quad (22)$$

Где  $A_i$  – грузовая база прошлого года;

$V(i+1)$  – увеличение потребности рынка в основных видах грузов текущего года (в соответствии с статистическими данными, в среднем равняется 10% от  $A_i$ );

$\Gamma$  – адаптивность портов к изменениям перевозок/заказов (формула для расчёта приведена ранее);

$K$  – коэффициент конкурентоспособности отечественных портов с иностранными (формула для расчёта приведена в предыдущей главе).

Однако, для того, чтобы формула работала, следует учесть, что потребности рынка могут как возрастать, так и падать, и взятые 10% увеличения по отношению к перевозкам предыдущего года условны.

Следовательно, формула должна иметь следующий вид:

$$X = (A_i + (A_i - A_{i-1}) * (\Gamma_n * \Gamma_{\Pi})) * \frac{D_{coi} - D_{cbi}}{D_{co \max} - D_{cb \max}} \quad (23)$$

В данном расчёте использование портовых мощностей считается равным 75%, что соответствует реальной загрузке (по данным ЗАО «Морцентр – ТЭК»).

Как видно, сдерживающими факторами являются конкурентоспособность и адаптивность рынка к условиям окружающей среды.

Некоторые эксперты ЮНКТАД предлагают формулу для оценки конкурентоспособности отдельного порта.

$$C.a.i.j. = \frac{[Rm1 * Cm1 + Rm2 * Cm2 + Rt1 * Ct1 + Rt2 * Ct2]_j}{[Rm1 * Cm1 + Rm2 * Cm2 + Rt1 * Ct1 + Rt2 * Ct2]_i} \quad (24)$$

где  $C.a.i.j.$  – конкурентоспособность порта  $I$  по сравнению с портом  $j$  по грузу “а”;

$Cm1$  – денежные издержки судовладельца в расчёте на одну тонну или ТЭУ (двадцатифутовый эквивалент) переваливаемого в порту груза. Сюда включаются портовые сборы, платы за лоцманскую проводку, пользование буксирами, перешвартовку, удаление отходов с судна, агентское вознаграждение, затраты на ремонт, содержание экипажа и т.п.

Если какие-либо услуги в данном порту не оказываются или не обеспечиваются их требуемое качество, следует учитывать дополнительные расходы на получение таких услуг в другом порту и на переход судна в этот порт;

$Cm2$  – денежные издержки грузовладельца в расчёте на одну тонну или ТЭУ, включающие платы за погрузочно – разгрузочные работы, хранение груза в порту, упаковку, маркировку, группировку груза, обработку грузовой документации, различной информации о грузах и т.д.

Если какие – либо из вышеупомянутых услуг в данном порту не оказываются, то следует учитывать дополнительные расходы на получение этих услуг в другом пункте;

$Ct1$  – затраты времени судовладельцем в расчёте на одну тонну или ТЭУ переваливаемого груза, куда входят все представленные в денежной форме затраты времени в порту (часть арендной платы по тайм – чартеру с того момента, когда судно прибывает на лоцманскую станцию, до того момента, когда оно отходит от лоцманской станции, покидая порт, плюс стоимость топлива, воды и провизии, потреблённых за этот период). Сюда включается разница во времени следования судна до конкурирующих портов также в денежной форме как часть арендной платы по тайм – чартеру и затрат на потреблённое топливо;

$Ct2$  – затраты времени грузовладельцем в расчёте на тонну груза или ТЭУ в денежной форме (например, ежедневные проценты со стоимости груза во время его перевозки, а также за время, проведённое в порту для получения различных услуг);

$Rm1$  – стоимость рисков судовладельца, подсчёт которых основан на прошлом опыте пользования услугами данного порта.

Если за последние 5 лет среднегодовое увеличение объёма денежных затрат судовладельцев ( $Cm1$ ), выраженное в процентах, равно нулю, то  $Rt1$  равно единице. Если же среднегодовое увеличение  $Cm1$  составляет, например, 10%, то  $Rt1$  равно 1,1;

$Rm2$  – риск потерь времени грузовладельца. Если за последние 5 лет груз находился в порту не более предусмотренных сроков, то  $Rt2$  равно единице. Если время фактического пребывания груза в порту превысило установленное в среднем, например, на 20%, то  $Rt2$  равно 1,2.

Применяя эту формулу мы можем конкретизировать расчёты и получим несколько иную формулу:

$$X = (A_i + (A_i - A_{(i-1)}) / \Gamma_n * \Gamma_{\Pi}) * \frac{[R_{m1} * C_{m1} + R_{m2} * C_{m2} + R_{t1} * C_{t1} + R_{t2} * C_{t2}]_j}{[R_{m1} * C_{m1} + R_{m2} * C_{m2} + R_{t1} * C_{t1} + R_{t2} * C_{t2}]_i} \quad (25)$$

В отличие от предыдущей формулы, эта позволяет провести более детальное сравнение и получить конкретизированные данные сравнения двух портов.

Следует учитывать и чрезвычайные обстоятельства, которые могут существенно изменить ситуацию. Ярким примером является кризис последних лет и засуха 2010. Поэтому получить 100% достоверный прогноз представляется невозможным. В подобных случаях принято разрабатывать оптимистичные и пессимистичные прогнозы, в зависимости от степени воздействия возможных позитивных и негативных факторов.

Внесём в формулу некоторые изменения:

$$X = 1 / (\Gamma_n * \Gamma_{\Pi}) * \frac{[R_{m1} * C_{m1} + R_{m2} * C_{m2} + R_{t1} * C_{t1} + R_{t2} * C_{t2}]_j}{[R_{m1} * C_{m1} + R_{m2} * C_{m2} + R_{t1} * C_{t1} + R_{t2} * C_{t2}]_i} \quad (26)$$

Конкурентоспособность портов очень важна для грузовой базы, поскольку способствует привлечению грузов и инвесторов.

На основании проведённых исследований видно, что ключевыми факторами в формировании конкурентоспособности является адаптивность, добавленная стоимость, денежные и временные затраты на перевалку одной тонны груза.

### III ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Доказано, что для эффективной работы и рационального развития морского транспорта необходимо прогнозирование грузовой базы отрасли на значительный период времени продолжительностью 15-20 лет, а также постоянное наблюдение за изменениями грузопотоков в направлении морских портов и, соответственно, своевременная корректировка различных параметров грузовой базы.

2. Грузовая база морского транспорта в работе представлена в виде грузопотоков в направлении морских портов с распределением по установленной номенклатуре грузов, видам перевозок (экспорт, импорт, транзит, каботаж).

3. В работе проанализированы существующие методики прогнозирования грузопотоков, отмечены их положительные стороны. В то же время указано, что, при всех достоинствах, они не вполне удовлетворяют специфическим требованиям прогнозирования грузовой базы морского транспорта.

4. В процессе изучения работы и развития морского транспорта во взаимодействии с другими видами транспорта и грузовладельцами на принципах логистики выявлены и проанализированы факторы, влияющие на формирование и изменения параметров грузопотоков.

5. Выполнен анализ состояния грузовой базы морского транспорта и перевалки российских грузов морскими портами России и сопредельных стран за период с 1995 г. по 2016 г. Выявлено, что российские морские порты из года в год наращивают свою производственную мощность и суммарные объёмы переваливаемых грузов. Эта тенденция сохраняется даже в кризисные годы, когда объёмы перевозок на других видах транспорта значительно сокращаются.

Доля портов сопредельных стран в перевалке российских внешнеторговых грузов ежегодно сокращается. Если в 1998 году она составляла 37,2 %, то в 2016 году она снизилась до 6,7 % и сохраняет тенденцию к дальнейшему снижению.

6. Для прогнозирования грузовых потоков в направлении морских портов разработан экстраполяционный математический метод парадигмального пролонгирования, основанный на



использовании функции Лагранжа и случайных величин Гаусса. Автором рассчитан прогноз грузопотоков угля, зерна и химических грузов на период до 2030 года. Автор также принял участие в работе по созданию прогноза в целом по всей номенклатуре грузов и портам.

7. В работе предложен и опробован способ определения сравнительной конкурентоспособности и адаптивности морских портов, играющих важную роль в распределении грузопотоков между ними. Получены коэффициенты распределения грузопотока между взятыми для сравнения портами.

**ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**  
**Публикации в изданиях, рекомендованных**  
**ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации**

1. Сипаро, К.А. Прогнозирование российских грузопотоков в направлении морских портов / Лернер В.К., Сипаро К.А. // Бюллетень транспортной информации. 2014. № 1 (223). С. 11-16. – 0,5 п. л. (в т.ч. 0,3 – лично автору)

2. Сипаро, К. А. Развитие грузопотоков российского угля в направлении морских портов / Лернер В.К., Сипаро К.А. // Бюллетень транспортной информации. 2014. № 7 (229). С. 19-23. – 0,5 п. л. (в т.ч. 0,3 – лично автору)

3. Сипаро, К. А. Развитие грузопотоков сжиженного природного газа в направлении морских портов / Кузнецова Л.В., Сипаро К.А. // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 5. С. 18-21. - 0,5 п.л. (в т. ч. 0,3 - лично автору)

**Публикации в прочих журналах и сборниках:**

4. Сипаро, К. А. *Перевалка российских внешнеторговых грузов в отечественных и зарубежных портах* / Сипаро К.А. // Интегрированная логистика. 2014. № 3. С. 20-23. – 0,3 п.л.

5. Сипаро, К. А. *Развитие грузопотоков российского зерна в направлении морских портов* / Сипаро К.А., Лернер В.К. // Молодой ученый. 2014. № 3 (62). С. 349-353. – 0,5 п.л. (в т. ч. 0,2 – лично автору)

6. Сипаро, К. А. *Экспорт лома черных металлов. Перевалка лома через российские порты* / Сипаро К.А., Ермолов В.М., Кириченко И.С. // Вторичные металлы. 2014. № 3. С. 36-39. – 0,3 п.л. (в т.ч. 0,1 – лично автору)

7. Сипаро, К. А. *Экспорт черного лома и проблемы обеспечения морских перевозок* / Кириченко А. С. , Сипаро К. А. , Букин А. В. // Вторичные металлы. 2014. № 5. С. 20-23. – 0,3 п.л. (в т. ч. 0,1 – лично автору)

8. Сипаро, К. А. *Влияние логистики и международных транспортных коридоров на развитие российских и транзитных грузопотоков в направлении морских портов* / Сипаро К.А. // Интегрированная логистика. 2014. № 1. С. 35-38. – 0,3 п.л.

9. Сипаро, К. А. *Тенденции экспорта российского чугуна* / Кириченко И. С. , Лернер В. К., Сипаро К. А. // Молодой учёный. 2015. №23 (103). С. 155-160 – 0,5 п.л. (в т. ч. 0,1 – лично автору)

10. Сипаро, К. А. *Экспортные перевозки серы через морские порты: тенденции и перспективы* / Костюкевич П. А. , Сипаро К. А., Новикова Т. Н. // Молодой учёный. 2015. № 23 (103). С. 576 -580. – 0,5 п.л. (в т. ч. 0,1 – лично автору)

11. Сипаро, К. А. *Морские перевозки экспортных минеральных удобрений: тенденции и перспективы* // Костюкевич П. А., Сипаро К. А. // Молодой учёный. 2015. № 22 (102). С. 147-153. – 0,5 п.л. (в т. ч. 0,2 – лично автору)