

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1299-1311

FORECASTING OF THE EVOLUTION OF SEA PASSENGER TERMINALS AND NETWORK OF FERRY LINES IN THE REGION OF THE BALTIC SEA

N. N. Maiorov

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation,
St. Petersburg, Russian Federation

Due to the geographical proximity of countries of the Baltic region, passenger and related cargo and passenger shipping on the Baltic Sea act as the backbone elements of both the transport infrastructure and the Baltic transnational macroregion. In an effort to answer the questions of forecasting development, determining growth points, modeling and simulation the mutual influence of passenger terminals, it is necessary to apply a technical systems approach based on both retrospective analysis and a large amount of statistical data. Of particular importance is the study of the interaction of the systems "marine passenger terminal - ferry / cruise line". Solving this problem by analyzing statistical data, or making a forecast based on the theory of decision making under conditions of uncertainty for the macro level, will not lead to a positive, accurate result. To solve short-term forecasting problems, the class of polynomial problems has proven itself well, but as the planning horizon increases, it is necessary to raise the question of forecasting accuracy. The complexity of the forecast is determined by the complex nature of accounting for the external environment, which must be included in mathematical models. Determining the current state of ferry transportation is impossible without a retrospective analysis, which allows you to determine the mechanisms for managing systems. The object of the analysis was selected Russian sea ferry networks and passenger terminals. A retrospective analysis was performed and graphical dependencies were built reflecting the development potential. The analysis of the route ferry network of the Baltic region countries in the selected time interval was carried out and a new use of circular diagrams of intensity links was proposed. The use of this new toolkit for ferry transportation allows analyzing the mutual influence of the terminals on each other, creates a basis for making decisions on changes for the entire transportation market at the macro level. On the basis of the analysis performed, the forecasting problem was solved and sections of the Baltic Sea and passenger terminals located in which there would be an even greater increase in the intensity of both ferry and cruise lines.

Keywords: sea passenger terminal, forecasting, ferry transportation, objective function, circular diagrams of intensity links, ferry line.

For citation:

Majorov, Nikolaj N. "Forecasting of the evolution of sea passenger terminals and network of ferry lines in the region of the Baltic sea." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.6 (2018): 1299–1311. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1299-1311.

УДК 65.012.1, 656.072

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ТЕРМИНАЛОВ И СЕТИ ПАРОМНЫХ ЛИНИЙ В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Н. Н. Майоров

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Ввиду близости стран Балтийского региона пассажирские и сопутствующие грузопассажирские морские перевозки на Балтийском море являются системообразующими элементами как транспортной инфраструктуры, так и Балтийского транснационального макрорегиона. В процессе ответа на вопрос о прогнозе развития, определении точек роста, а также о моделировании взаимного влияния пассажирских терминалов необходимо применять технический системный подход, основанный как на ретроспективном анализе, так и на большом количестве статистических данных. Особую значимость при этом приобретает исследование взаимодействия систем «морской пассажирский терминал – паромная / круизная линия». Решение данной задачи путем анализа статистических данных или формирования прогноза

на основе теории принятия решений в условиях неопределенности для макроуровня не приведет к положительному точному результату. Для реализации задач краткосрочного прогнозирования положительно себя зарекомендовал класс полиномиальных задач, однако при увеличении горизонта планирования необходимо решать вопрос о точности прогнозирования. Сложность прогноза определяется непростым характером учета внешней среды — вопросом, который необходимо включать в математические модели. Определение современного состояния паромных перевозок является невозможным без проведения ретроспективного анализа, который позволяет определить механизмы управления системами. Объектом анализа выбраны российские морские паромные сети и пассажирские терминалы. Выполнен ретроспективный анализ и построены графические зависимости, отражающие потенциал развития. Выполнен анализ маршрутной паромной сети стран Балтийского региона в выбранном временном интервале и предложено новое использование круговых диаграмм связей интенсивностей. Использование данного нового инструментария для паромных перевозок позволяет анализировать взаимное влияние терминалов друг на друга, служит основанием для принятия решений по изменению всего рынка перевозок на макроуровне. На основе выполненного анализа решена задача прогнозирования, а также определены участки Балтийского моря и расположенных пассажирских терминалов, в которых будет предусмотрено еще большее увеличение интенсивности как паромных, так и круизных линий.

Ключевые слова: морской пассажирский терминал, прогнозирование, паромные перевозки, целевая функция, круговые диаграммы связей интенсивностей, морская паромная линия.

Для цитирования:

Майоров Н. Н. Прогнозирование развития морских пассажирских терминалов и сети паромных линий в регионе Балтийского моря / Н. Н. Майоров // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 6. — С. 1299–1311. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1299-1311.

Введение (Introduction)

Современные мировые процессы оказывают непосредственное влияние как на развитие, так и на изменение роли морских портов, терминалов и транспортных грузопассажирских систем. Особую актуальность вопросы развития и прогнозирования приобретают в таких регионах, как Балтийское море [1]. Регион Балтийского моря крайне разнообразен в смысле транспортной инфраструктуры, экономики, окружающей среды и культуры, однако страны во многих случаях используют общие (совместные) ресурсы и являются взаимозависимыми. При этом пассажирские и сопутствующие грузопассажирские морские перевозки на Балтийском море выступают как системообразующие элементы Балтийского транснационального макрорегиона. Если рассматривать сегмент пассажирских паромных перевозок, то в начале 1990-х гг., во время стабильной работы Балтийского морского пароходства, их выполняли такие суда, как «Анна Каренина», паромы «Ильич» и «Константин Симонов», «Михаил Калинин». С начала до середины 90-х гг. XX в. теплоход «Анна Каренина» курсировал на маршруте Ленинград (ныне Санкт-Петербург) – Нунесхамн (Швеция) – Киль (Германия). Паром «Ильич» соединял города Ленинград и Стокгольм, паром «Константин Симонов» — города Ригу и Хельсинки. Наиболее современным в указанный период времени было судно «Анна Каренина» [2]. В частности, в источнике [3] содержится информация о том, что для комфортного пребывания пассажиров на борту этого судна был обустроен «зимний сад с соловьями». Основные характеристики судна «Анна Каренина» следующие: тоннаж 13878 т, дедвейт 2830 т, длина 145,19 м, ширина 25,51 м, осадка 5,52 м, скорость хода 21,3 уз, судно имеет 12 палуб, вместимость 1500 пассажиров и 462 легковых автомобиля.

Рассмотрим фрагментарно другие пассажирские и грузопассажирские паромы, относящиеся к Балтийскому морскому пароходству (БМП). После банкротства БМП [4] в 1996 г. паром «Ильич» был продан дочерней компании Nordström & Thulin (Швеция) и ESCO (Эстония) — Estline (для обслуживания линии Таллинн – Стокгольм) и переименован в «Regina Baltica». По настоящее время паром выполняет регулярные маршруты, портом его приписки является г. Рига, владельцем — компания Tallink Grupp AS. Помимо пассажирских перевозок судно «Анна Каренина» было зафрахтовано Российской армией в 1991 г. для транспортировки войск из бывшей Восточной Германии.

Паромное судно «Константин Симонов» (серийный проект «В-492» [2]), построенное в апреле 1982 г. по заказу Советского Союза как морской автопассажирский паром, проработало на линии: Ленинград – Хельсинки – Петербург до 1996 г. С 2010 по 2014 гг. портом приписки этого судна являлся г. Котка (Финляндия). Основные характеристики судов данной серии следующие: пассажировместимость каждого теплохода составляла 496 человек с размещением в каютах по два и по четыре пассажира, автопалуба могла принять до 118 легковых автомобилей. Данное судно приобрела финская компания Kristina Cruises и оно получило новое название Kristina Cruises, которое сохранилось до настоящего времени.

Паромное судно «Георг Отс» (серийный проект «В-493») изначально было передано Эстонскому пароходству [5]. Исторически это судно было первым грузопассажирским паромом, построенным в Польше для советских операторов Baltic Line. В 1980–2000 гг. на Балтике паром обслуживал маршрут Таллин – Хельсинки. В 1994 г. судно было зафрахтовано компанией Tallink, 45 % акций которой в то время принадлежало компании ESCO), при этом оно продолжало обслуживать маршрут Таллин – Хельсинки [6]. В 2002 г. паром был продан Российской Федерации и с 2003 г. он обслуживал маршрут Балтийск (Калининград) – Санкт-Петербург. С 2011 г. паром был приписан к порту Владивосток. Следует отметить, что он стал первым пассажирским судном-ледоколом, преодолевшим Северный морской путь с ледокольной поддержкой. На его смену на маршруте Калининград – Санкт-Петербург вышли грузопассажирские паромы «Петербург», «Балтийск», и грузовой паром «Амбал» [7]. Сейчас эти паромы работают на маршруте Усть-Луга – Калининград. В 1986 г. паром «Петербург» являлся самым большим двухпалубным железнодорожным паромом мира. После перестройки в 1995 г. он был переименован в «Petersburg». В 1985 г. это судно начало эксплуатироваться на первой немецкой паромной линии между гг. Травемюнде и Санкт-Петербург. В последующие годы судно эксплуатировалось на различных паромных линиях в Балтийском море, например, Клайпеда – Травемюнде – Мукран – Киль. В октябре 2014 г. паром «Petersburg» открыл новую линию для перевозок пассажиров и грузов между гг. Новороссийск – Севастополь, а с 2015 г. он вернулся на Балтику. Согласно официальным данным оператора ООО «Логистика» [7], паром временно снят с маршрута с апреля 2018 г.

Паромы «Балтийск» и «Амбал» 1984 г. постройки являются «близнецами». Начиная с ноября 1984 г. они эксплуатировались на линии Травемюнде – Ханко. В 2006 г. паром «Балтийск» вышел сначала на линию Санкт-Петербург – Любек, а сейчас работает на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц. Также в его маршрутной сети участвуют порты Засниц (Германия) и Клайпеда (Литва). В период 29.10.2018 г. – 30.11.2018 г., согласно расписанию, размещенному на официальном сайте компании Trans-Exim (г. Калининград), паром «Балтийск» выполнял перевозки в течение пяти раз, длительность его в пути составила четыре дня, включая как день отправления, так и день прибытия.

Необходимо отметить выпуск серии паромных судов (ролкеров) «Проект 161» (ГДР), получившей название «Композиторы» в честь головного судна, которое называлось «Композитор Кара-Караев». Все остальные суда серии, за исключением последнего, были также названы в честь великих русских композиторов [8]: «Композитор Глинка», «Композитор Даргомыжский», «Композитор Бородин», «Композитор Мусоргский», «Композитор Чайковский», «Композитор Рахманинов», «Композитор Римский-Корсаков», «Композитор Новиков» и «Николай Чернышевский». Выпуск судов этой серии отличался увеличением грузооборота и высокой потребностью в перевозке транспортной автотехники. Многие ролкеры имеют собственный парк специальной перегрузочной техники, что позволяет значительно ускорить процесс разгрузки судна. Обработка грузов на ролкерах осуществляется при помощи грузовой рампы, которая соединяет судно с причалом.

В Балтийском море регулярные маршруты в период 1997–2004 гг. выполняло паромное судно «Композитор Мусоргский». В большинстве своем оно осуществляло перевозку грузов на колесной базе (автомобили, грузовой транспорт) и пассажиров, а также выполняло воинские перевозки. Судно выполняло регулярные рейсы на маршруте Санкт-Петербург – Котка (Финляндия) – Калининград – Росток (Германия) и на маршруте Санкт-Петербург – Рига (Латвия) –

Гданьск (Польша) – Санкт-Петербург. Судно имело максимальную загрузенность и не простаивало. В настоящее время из десяти судов осталось четыре: «Композитор Кара Караев» («Bestekar Gara Garayev»), «Композитор Глинка» («Bastakar Fikret Amirov») — находятся в эксплуатации в Каспийском море в Азербайджанском морском пароходстве, а также «Композитор Рахманинов» («Kompozitor Rakhmaninov») и «Композитор Гасанов» («Kompozitor Gasanov»), которые под флагом Российской Федерации совершают рейсы в порты Черного и Средиземного морей).

Сегодня на рынке паромных перевозок действует паром «Принцесса Анастасия» (SPL «Princess Anastasia», 1986 г. постройки) компании St. Peter Line и оператора Moby S.p.A. До недавнего времени на маршрутах работал паром такого же класса «Принцесса Мария» («Princess Maria»). Паром «Принцесса Анастасия» с декабря 2010 г. курсировал на маршруте Стокгольм – Таллин – Санкт-Петербург. В 2011 г. был введен недельный маршрут Санкт-Петербург – Таллин – Стокгольм – Санкт-Петербург – Хельсинки – Мариехамн – Стокгольм – Таллин – Санкт-Петербург, в связи с заинтересованностью эстонских туристов в посещении Санкт-Петербурга. Для плавания по маршруту Санкт-Петербург – Хельсинки – Санкт-Петербург тогда же было направлено паромное судно «Принцесса Мария» (1981 г. постройки). С февраля 2012 г. паромы «St. Peterline» швартуются в Западном терминале (Länsiterminali) г. Хельсинки. Кроме того, оператор перешел на новый принцип формирования расписания по скользящему графику, без привязки к дням недели. Из Санкт-Петербурга паром отправляется через день. С 20 февраля 2012 г. заходы в г. Таллинн были отменены. С ноября 2016 г. название судна «Принцесса Мария» было изменено на «Moby Dada», изменились также порт приписки и владелец судна. Сегодня судно «Принцесса Анастасия» выполняет около восьми рейсов в месяц по двум направлениям и является единственным пассажирским паромом общей пассажировместимостью 2500 мест (834 каюты) с автомобильной палубой на 580 машин. В течение 2017 г. на пароме было перевезено 312 тыс. человек, что является достаточно хорошим показателем его работы.

Любой пассажирских терминал является центром притяжения пассажиропотоков. Ретроспективно первым пассажирским терминалом в Санкт-Петербурге является «Морской вокзал» [9], который был открыт в 1982 г. в качестве специализированного терминала по приему и обработке круизных и паромных грузопассажирских судов. В 2003 – 2010 гг. с терминала «Морской вокзал» регулярно в г. Калининград паром «Георг Отс». Сегодня терминал «Морской вокзал» является местом отправления / прибытия парома «Принцесса Анастасия» (Санкт-Петербург – Хельсинки – Стокгольм – Таллин – Санкт-Петербург) компании St. Peter Line. В Санкт-Петербурге пассажирские терминалы находятся в самом центре города — на Английской набережной и набережной Лейтенанта Шмидта. Пассажирские пункты для круизных судов были открыты в конце 1980-х гг. Предполагалось, что они будут временным сооружением, однако эти пассажирские пункты работают до сих пор, активно принимая современные круизные суда и, из-за близости к центру города, имеют большую популярность. Ввиду того, что на рубеже 1990-х гг. пассажирские пункты были модернизированы, для построения графика количества терминалов в г. Санкт-Петербурге было принято решение об объединении обоих причалов в один для построения графика функции. Кроме того, в период 2005–2008 гг. было завершено строительство пассажирского порта Санкт-Петербург «Морской фасад» [10], являющегося единственным в Северо-Западном регионе России специализированным пассажирским портом. Однако на данный момент этот терминал не может принимать грузовые паромы, так как пока еще не завершены работы по вводу соответствующего терминала, и сейчас он сосредоточен только на обработке круизных судов.

На основе выполненного анализа можно представить следующие графики функций развития системы паромного сообщения и пассажирских портов для г. Санкт-Петербурга (рис. 1). Приведенные на этом рисунке статистические данные свидетельствуют о количестве как пассажирских причалов и терминалов (см. рис. 1, а), так и грузопассажирских паромов (см. рис. 1, б). Если рассматривать только пассажирские перевозки, то на данный момент по сравнению с 1990-ми гг. произошло уменьшение их в четыре раза, что напрямую свидетельствует об уменьшении маршрутной сети и присутствии на рынке перевозок. Как отмечалось ранее, в начале 1990-х гг. регу-

лярные пассажирские рейсы выполняло четыре парома. В настоящее время из Санкт-Петербурга пассажирские рейсы выполняет один пассажирский паром «Принцесса Анастасия» (SPL «Princess Anastasia»), грузовые перевозки на направлении Усть-Луга – Калининград сегодня выполняют два парома.

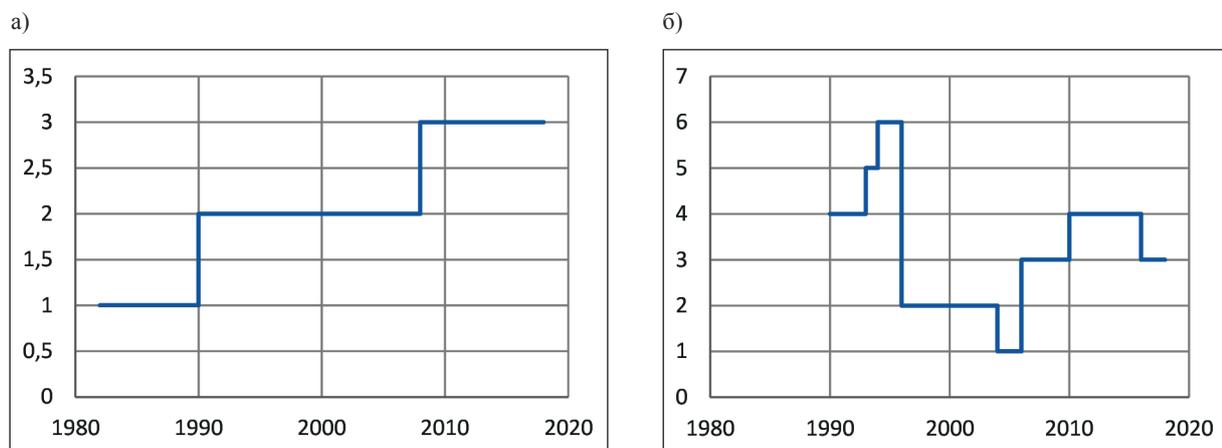


Рис. 1. Динамика ввода в эксплуатацию пассажирских причалов и терминалов (а) и развития паромного сообщения на Балтике (б) в период 1980 – 2018 гг.

Исторический анализ свидетельствует о том, что на момент времени существования БМП паромное сообщение в структуре пароходства было прибыльным, так как и пассажирская, и грузовая палубы были заполнены на 80 % [2], что даже при относительно низких ценах давало немалые доходы. После банкротства БМП в середине 1990-х гг. ситуация кардинально изменилась. Многие пассажирские суда были арестованы за границей и впоследствии проданы, а регулярное паромное сообщение между Санкт-Петербургом и городами Европы прервалось. Многие из них после модернизации работают и сегодня, выполняя регулярные перевозки. Для Санкт-Петербурга в момент банкротства БМП рынок постарались заполнить другие перевозчики. Так, в 2004 – 2005 гг. эстонская компания Tallink (современное название Tallink Silja) и финская компания Silja Line запустили несколько линий из Санкт-Петербурга, но ни одна из них на тот момент в связи со сложной экономической ситуацией не просуществовала более двух лет. В настоящее время парк паромов российского сектора на Балтике состоит из одного пассажирского судна и двух грузопассажирских паромов.

С точки зрения ввода пассажирских терминалов, ситуация выглядит более положительной. Сегодня в Санкт-Петербурге находится самый большой пассажирский терминал на Балтике, который позволил сформировать точку роста туристического потока в регионе. Интенсивность судозаходов и пассажиропотока в порту «Морской фасад» в 2012–2017 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Интенсивность судозаходов и пассажиропотока в порту «Морской фасад» в период 2012–2017 гг.

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. в % к 2016 г.
Количество судозаходов, ед., в том числе:	226	261	239	230	209	244	↑+16,7
круизные суда	221	249	234	223	209	247	↑+18,2
паромные суда	5	12	5	7	-	2	рост
Пассажиропоток, тыс. чел., в том числе:	422	504	483	493	456	563	↑+23,5
пассажиры круизных судов	411	483	473	482	456	558	↑+22,4
пассажиры паромных судов	11	21	10	10	-	5	рост

Методы и материалы (Methods and Materials)

Основные тенденции паромных линий в Балтийском море. Ретроспективно период 50–60-х гг. XX в. охарактеризован бурным ростом перевозок как линейного, так и круизного характера. Автопассажирские паромы обеспечивали перевозку больших транзитных потоков автотуристов, предоставляя им возможность проведения длительных круизов с береговыми экскурсиями в портах захода. В 1960 г., согласно источнику [2], автопассажирские паромы составляли лишь 13 % от всех построенных в мире пассажирских судов, а к началу 1990-х гг. их доля возросла до 89 %. Сегодня данная тенденция является трендом в строительстве мегакруизных лайнеров, что вынуждает вносить обновления в портовую инфраструктуру для того, чтобы такое судно могло пришвартоваться на пассажирском терминале.

В настоящее время можно выявить следующие тенденции в развитии паромных перевозок и круизных перевозок:

1. Происходят изменения численности паромов, которые обусловлены в основном экономическими факторами, и наблюдается временная стабилизация численности паромов. Для круизных лайнеров, наоборот, наблюдается тенденция к включению их в маршруты портов Балтийского региона, обусловленная культурно-историческими объектами.

2. На Балтике количество паромов на линии практически не превышает двух, а количество портов заходов составляет от двух до четырех.

3. Происходит укрупнение паромов, увеличиваются их пассажиро- и грузоместимость.

4. Происходит возрастание комфортабельности паромов до уровня круизных лайнеров. На Балтике около 60 % пассажиров, как правило, совершают поездки на парамах с целью отдыха и только затем передвижения.

5. С учетом увеличивающейся пассажироместимости паромов меняется суть их работы. От первоначальных установок быстрого достижения другого порта на маршруте сегодня на первое место выступает комфорт плавания и желание сойти на берег в центре города (гг. Стокгольм, Хельсинки, Таллин, Турку и др.).

Актуальным вопросом является ретроспективный анализ интенсивности паромного сообщения и представление всех направлений на Балтике, что также отражено в работах [11], [12]. Поэтому чем больше маршрутных линий включено в анализ, тем более полным будет анализ взаимного влияния паромных линий друг на друга и на рынок перевозок в целом и тем более точным будет прогноз. Классические модели прогнозирования в данном случае имеют ограничения для применения на макроуровне [13], [14]. При этом дополнительно открывается возможность составить прогноз наиболее востребованных участков Балтийского моря, где в ближайшее время будет наблюдаться рост.

Анализ и прогноз состояния паромных перевозок в Балтийском море. Для исследования рассмотрим интенсивность паромного сообщения 12–18 ноября 2018 г. Методологический базис сети паромных линий дан в работе [15]. В выборке присутствуют только регулярные паромные линии. Необходимо отметить, что выбранные паромные линии в основном выполняют постоянную работу на линии, несмотря на сезонность (сезонность приведет к еще большему увеличению интенсивности в уже имеющихся терминалах). Вопросы маршрутизации паромных и круизных линий рассмотрены также в работах [16], [17]. На основе выбранного интервала времени были составлены паромные направления между странами Балтийского моря, приведенные в табл. 2. Необходимо отметить, что в табл. 1 под пассажирский терминал Санкт-Петербург включены маршруты Калининград – Усть-Луга.

Таблица 2

Интенсивность паромных судов в Балтийском море (12–18 ноября 2018 г.)

Пассажирские терминалы	Исходные данные							
	Хельсинки	Стокгольм	Санкт-Петербург	Таллинн	Осло	Киль	Аланды	Капельшер
Таллинн	15	3	0	0	0	0	0	0
Хельсинки	0	3	2	14	0	0	2	0

Таблица 2
 (Окончание)

Стокгольм	3	0	0	2	0	0	2	0
Санкт-Петербург	2	0	0	1	0	1	0	0
Копенгаген	0	0	0	0	7	0	0	0
Клайпеда	0	0	1	0	0	7	0	0
Аланды	2	2	0	0	0	0	0	0
Турку	0	2	0	0	0	0	2	0
Мариехамн	0	0	0	7	0	0	0	3
Калининград	0	0	2	0	0	0	0	0
Пассажирские терминалы	Исходные данные							
	Засниц	Гедсер	Треллеборг	Хельсинки	Клайпеда	Нюнесхамн	Санкт-Петербург	Хельсинки
Росток	7	7	7	0	0	0	0	0
Рига	0	7	0	0	0	0	0	0
Травемюнде	0	0	6	7	1	0	0	7
Гданьск	0	0	0	0	0	7	0	0
Гдыня	0	0	0	0	0	0	2	0
Любек	0	0	0	0	0	0	1	0

Для исследования исходных данных предлагается использовать круговые диаграммы связей, поскольку этот вид диаграмм является наиболее удобным инструментарием, основанным на определении логических взаимосвязей между различными данными имеющейся технической системы. В рассматриваемом случае появляется новая возможность проанализировать комплексно систему всех паромных перевозок в регионе и оценить взаимное влияние направлений друг на друга. Для удобства практической реализации исходные данные табл. 2 разбиваются на четыре равные части, по четыре пассажирских порта в каждой. На основе этих сегментов таблицы формируются матричные формы, которые представляют графически в виде диаграмм связей (рис. 2). В высоком разрешении этот рисунок доступен для скачивания по ссылке: <https://journal.gumrf.ru/web/files/upload/art/10-6.pic2.rar>). Далее на основе выбора регулярных паромных линий определяют количество паромных судов, указанное в табл. 3.

Таблица 3

Количество паромных судов в Балтийском регионе в сегменте крупных компаний

№ п/п.	Operator / Ferry	Количество паромных судов	№ п/п.	Operator / Ferry	Количество паромных судов
1	Stena Line	17	7	TT-Line	6
2	Tallink/Silja	11	8	Color Line	6
3	Finnlines	9	9	Unity Line	7
4	Viking Line	7	10	Fjord Line	4
5	DFDS Seaways	7	11	Eurotek	3
6	Scandlines	7	12	St. Peter Line	1

Полученные графические зависимости и анализ маршрутных сетей компаний (см. табл. 2 и 3) являются основанием для выделения областей Балтийского моря в которых будет увеличение интенсивностей паромных перевозок. При выполнении данного анализа использовались только

паромные перевозки. Если учитывать и круизные линии, то произойдет значительное увеличение судозаходов и интенсивностей движения, так как они будут находиться в направлении уже имеющих центров притяжения на Балтике. Для того чтобы ответить на вопрос о том, на каких участках Балтийского моря будет наблюдаться увеличение интенсивностей движения пассажирских перевозок с учетом сезонности, необходимо выполнить следующие действия:

- теоретически разделить Балтийское море на четыре равные части;
- объединить данные из табл. 1–3 и построить графические зависимости круговых диаграмм связей (см. рис. 2) интенсивностей;
- выполнить усреднение и выделить области, характеризующиеся большими интенсивностями.

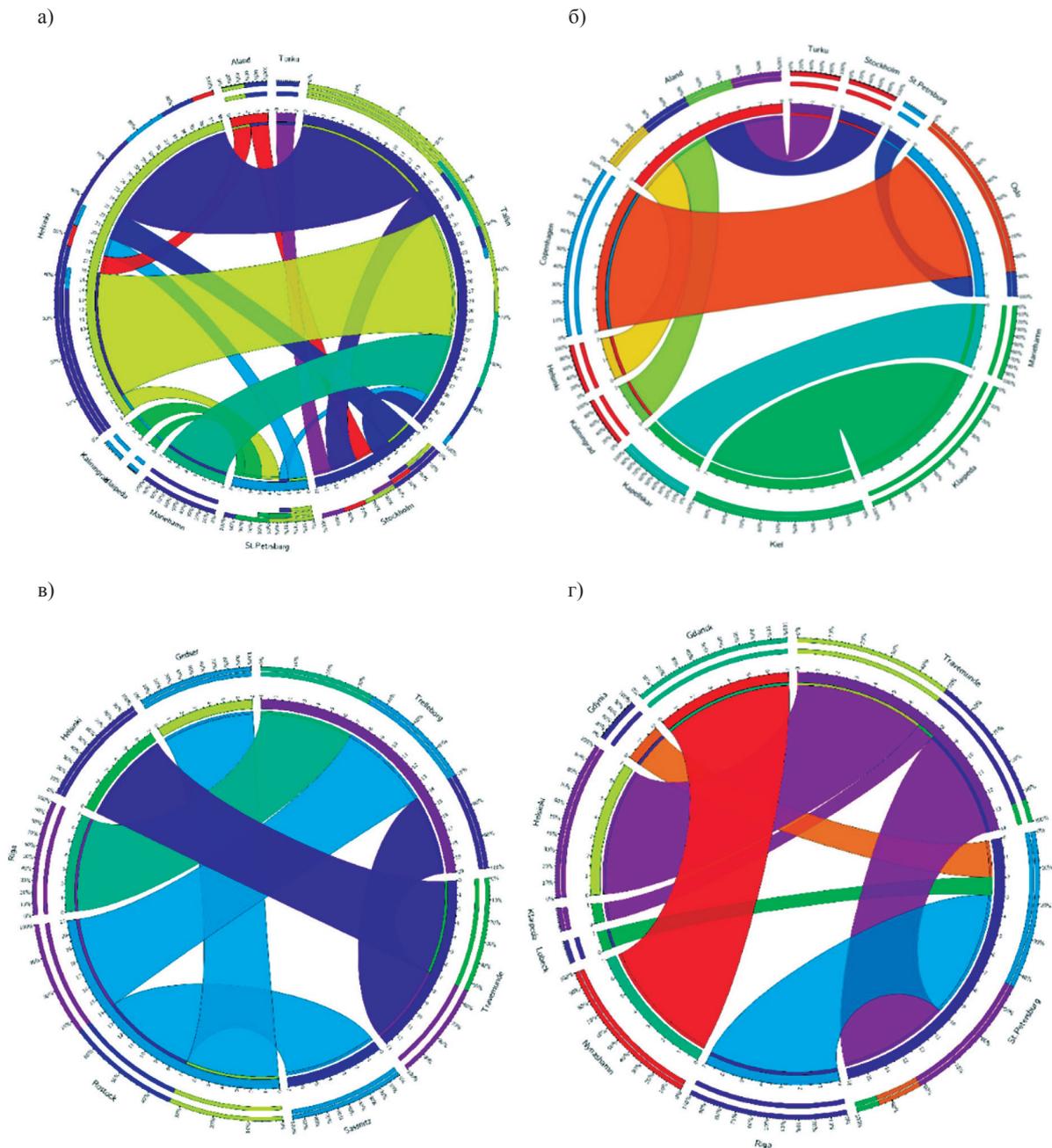


Рис. 2. Круговые диаграммы связей интенсивностей паромного движения в Балтийском море по маршрутам:
а — Хельсинки – Стокгольм – Санкт-Петербург – Таллинн;
б — Осло – Киль – Аланды – Капельшер; *в* — Засниц – Гедсер – Треллеборг – Хельсинки;
г — Клайпеда – Нюнесхамн – Санкт-Петербург – Хельсинки

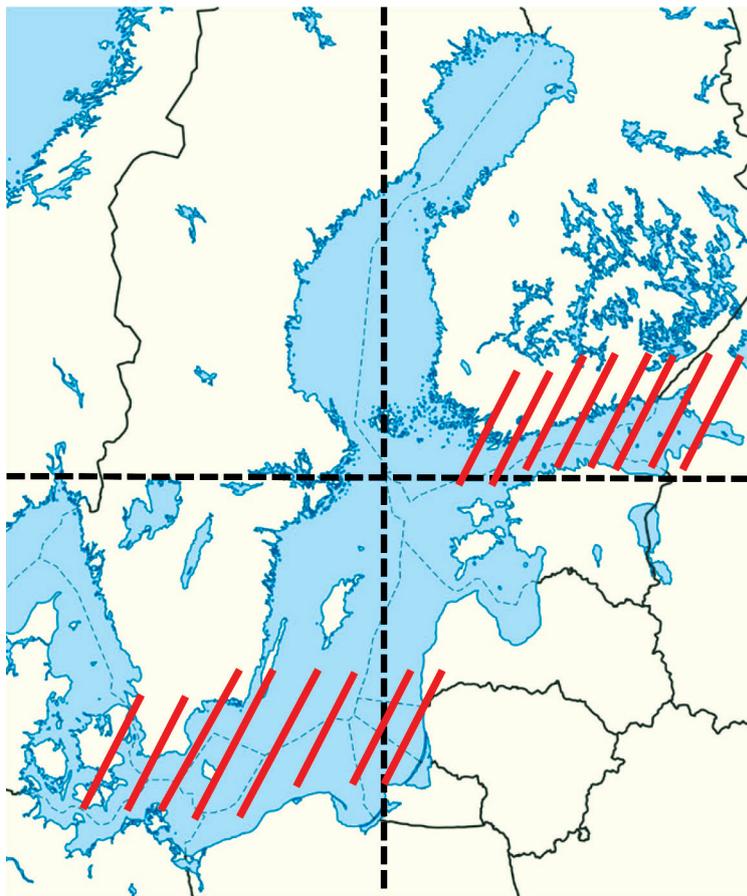


Рис. 3. Участки Балтийского моря, в которых прогнозируется повышенная интенсивность движения паромных судов по отношению к общей маршрутной паромной сети

Условные обозначения:

- области Балтийского моря, имеющие тенденцию к увеличению паромного и круизного движения

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что рост трафика паромных и круизных судов будет затрагивать главным образом порты, которые являются точками концентрации пассажиропотоков. Исключением является г. Санкт-Петербург, поскольку только после введения пассажирского порта Санкт-Петербург «Морской фасад» город стал являться «точкой роста» пассажиропотока на Балтике. Сегодня в Балтийском море порт «Морской фасад» является самым крупным терминалом. Согласно проведенному исследованию в работе [18], данная тенденция сохранится. На остальных участках Балтийского моря (рис. 3) интенсивность паромного сообщения меньше, несмотря на то, что терминалы Ботнического залива при улучшении инфраструктуры могут вступать в конкуренцию также за пассажиропоток.

Обсуждение (Discussion)

Особенностью исследования взаимодействия систем «морской пассажирский терминал / порт – паромная / круизная линия» является многокритериальность [19], [20], зависимость от условий, оказывающих влияние на пассажиропоток, и ценовая политика. Ввиду уникальности Балтийского региона в виде границы многих стран, необходимо учитывать их взаимное влияние, которое не может носить простой линейный характер зависимости некоторых двух переменных. Для каждой страны Балтийского моря можно сформировать свою уникальную целевую функцию, характерную для описания паромных перевозок. Класс задач полиномиальных моделей хорошо зарекомендовал себя при исследовании отдельных портов или, к примеру, при составлении

прогноза работы отдельных круизных линий. Представление исходных данных в виде набора таблиц и некоторой статистики не позволяет исследовать систему паромных пассажирских перевозок полностью в границах моря. Данное обстоятельство определяется различной статистикой по регионам, различным временным интервалам и различными количественными характеристиками. При работе с отдельными таблицами и дискретными данными можно качественно исследовать взаимное влияние, например, только двух регионов друг на друга. Однако современная тенденция заключается в сборе и анализе аналитических данных по всему региону, использовании моделей для макроуровня принятия решений, а также моделей системного уровня. При увеличении объектов исследования возрастает сложность, многокритериальность и, как следствие, будет возрастать вероятность ошибок и неправильного принятия решения. Можно использовать элементы теории принятия решений в условиях неопределенности [21]–[23], но в данном случае необходимо исследовать формирование набора гипотез и сравнить полученные результаты с достижением целевой функции или некоторого приближения к ней.

Исследование изменений и формирование прогнозов необходимо формировать только на основе системного подхода, а также анализа всех участков паромных линий. При этом необходимо более полно проводить ретроспективный анализ, так как зачастую причины ситуации, возникшей при паромных перевозках, являются следствием воздействий на систему в прошлом. Понимание этих механизмов позволит более полно проанализировать механизм изменения центров формирования пассажиропотоков и используемый при этом инструментарий. Только на этой основе можно предлагать новые оптимизационные модели.

Рассмотренные в статье задачи крайне актуальны, так как на базе имеющегося прогноза организации *CINN 2018 EUROPE (European Cruise Lines)* [18], [24], [25] на ее увеличение крайне актуальным является применение новых системных методов анализа всего рынка паромных перевозок (рис. 4).

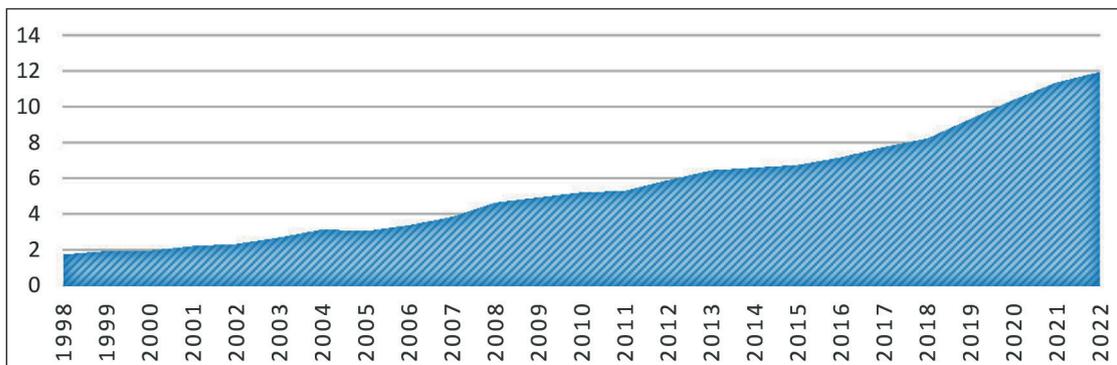


Рис. 4. Тенденция увеличения паромных и круизных линий до 2022 г.

В случае, если рассматривать задачу применительно к Балтийскому региону, то несмотря на сложившиеся центры притяжения пассажиропотоков, необходимо проанализировать вопросы взаимного влияния паромных линий и поиска участков Балтийского моря, где будет наблюдаться увеличение интенсивности паромного движения и пассажиропотоков.

Выводы (Summary)

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Обоснована необходимость проведения системного ретроспективного анализа для выявления причин, сформировавших наблюдающуюся ситуацию в паромных перевозках в Балтийском море применительно к Российским паромным линиям. Выполнен исторический анализ работы российских паромных судов на Балтике и выявлены основные переходные точки развития.
2. На основе данного анализа построены графические зависимости, отражающие изменения во взаимодействии систем паромная морская линия / морской пассажирский терминал. Данные

графики пропорционально отражают изменения в маршрутных сетях и демонстрируют как увеличение, так и уменьшение позиций на рынке перевозок в Балтийском море.

3. На основе проведенного анализа с учетом паромных линий других стран Балтийского региона сформулированы основные тенденции и представлена прогностическая информация по увеличению интенсивности движения до 2022 г.

4. Выполнен анализ маршрутной сети паромных линий и предложено использование круговых диаграмм связей, что является новым решением, так как позволяет исследовать не только интенсивности, но и определять взаимное влияние морских пассажирских терминалов друг на друга. Данные результаты на макроуровне невозможно получить, используя только табличные статистические данные.

5. Реализованы новые круговые диаграммы связей для Балтийского моря с учетом взаимодействия паромная морская линия / морской пассажирский терминал, открывающие новые возможности для прогнозирования направлений в которых будет рост пассажиропотока.

6. На основе анализа интенсивностей движения, работы основных исторически сложившихся терминалов, являющихся центрами притяжения пассажиропотоков, анализа и построения круговых диаграмм связей, отражающих взаимодействие между терминалами, определены области Балтийского моря, в которых прогнозируется увеличение интенсивности движения паромных судов, в том числе на основе сохраняемого тренда для увеличения круизной маршрутной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майоров Н. Н. Прогнозирование процессов морского пассажирского терминала в классе полиномиальных моделей / Н. Н. Майоров // Вестник астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2018. — № 3. — С. 113–122. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-3-113-122.
2. Паладич Л. Грузопассажирские суда / Л. Паладич // Морской флот. — 1990. — № 9. — С. 28–30.
3. Калиниченко И. Не нужен им берег российский // Коммерсантъ [Электронный ресурс] / И. Калиниченко. — Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/883731> (дата обращения: 01.11.2018).
4. Санжеева Д. Как возрождалось и разрушалось Балтийское морское пароходство // Мойка 78 [Электронный ресурс] / Д. Санжеева. — Режим доступа: <https://moika78.ru/news/2018-07-20/37364-kak-vozrozhдалos-i-razrushalos-baltiyskoe-morskoe-parokhodstvo> (дата обращения: 01.11.2018).
5. M/S GEORG OTS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.faktaomfartyg.se/georg_ots_1980.htm (дата обращения: 01.11.2018).
6. Кичигин М. «Таллинк» — только начало / М. Кичигин // Морской флот. — 1990. — № 7. — С. 2–3.
7. Карта паромной линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.eurotek.ru/node/216> (дата обращения: 01.11.2018).
8. Проект 161 (ГДР), тип «Композитор Кара-Караев» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fleetphoto.ru/projects/2000/> (дата обращения: 01.11.2018).
9. Бизнес-центр «Морской вокзал» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mvokzal.ru/morskoj-vokzal> (дата обращения: 15.02.2018).
10. АО «Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.portspb.ru/> (дата обращения: 15.02.2018).
11. Baltic ports volumes in 2009// Baltic Transport Journal. — 2010. — № 4. — Pp. 28–33.
12. Holma E. Baltic Port Barometer 2012: Views of the Baltic ports for the year 2013 / E. Holma, S. Kajander. — Turku: University of Turku, 2012. — 24 p.
13. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования / Е. М. Четыркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Статистика, 2007. — 199 с.
14. Басовский Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / Л. Е. Басовский. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 345 с.
15. Майоров Н. Н. Методологический базис организации сети морских пассажирских перевозок / Н. Н. Майоров // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2018. — № 2. — С. 28–37. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-2-28-37.

16. Mulder J. Methods for strategic liner shipping network design / J. Mulder, R. Dekker // *European Journal of Operational Research*. — 2014. — Vol. 235. — Is. 2. — Pp. 367–377. DOI: 10.1016/j.ejor.2013.09.041.
17. Patric S. Alternative solutions for terminal traffic / S. Patric, N. Marcus. — Göteborg, Sweden, 2006. — 83 p.
18. CINN 2018 EUROPE. European Cruise Lines [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cruiseindustrynews.com/pdf/> (дата обращения: 01.11.2018).
19. Майоров Н. Н. Морские пассажирские терминалы: современные тенденции развития / Н.Н. Майоров, В. А. Фетисов // *Логистика: современные тенденции развития: материалы XVII Международной научно-практической конференции*. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. — С. 312–315.
20. Krile S. Forecasting the operational activities of the sea passenger terminal using intelligent technologies / S. Krile, N. Maiorov, V. Fetisov // *Transport Problems: an International Scientific Journal*. — 2018. — Vol. 13. — Is. 1. — Pp. 27–36.
21. Maiorov N. N. Conditions for choosing a mathematical model for simulation of passenger processes / N. N. Maiorov // *Bulletin of the Unesco department «Distance education in engineering»*. — 2017. — Is. 2. — Pp. 16–19.
22. Maiorov N. N. The system approach to the simulation of transport systems / N. N. Maiorov, V. A. Fetisov. — SPb.: SUAI, 2013. — 71 p.
23. Бродецкий Г. Л. Системный анализ в логистике. Принятие решений в условиях неопределенности / Г. Л. Бродецкий. — М.: АКАДЕМА, 2010. — 336 с.
24. Barron P. Issues determining the development of cruise itineraries: A focus on the luxury market / P. Barron, A. B. Greenwood // *Tourism in Marine Environments*. — 2006. — Vol. 3. — Is. 2. — Pp. 89–99. DOI: 10.3727/154427306779435238.
25. Lekakou M. B. Which homeport in Europe: The cruise industry's selection criteria / M. B. Lekakou, A. A. Pallis, G. K. Vaggelas // *Tourismos: An international multidisciplinary journal of tourism*. — 2009. — Vol. 4. — Is. 4. — Pp. 215–240.

REFERENCES

1. Maiorov, Nikolaj Nikolaevich. "Forecasting processes of maritime passenger terminal in the class of polynomial models." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 3 (2018):113–122. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-3-113-122.
2. Paladich, L. "Gruzopassazhirskie suda." *Morskoi flot* 9 (1990): 28–30.
3. Kalinichenko, I. "Ne nuzhen im bereg rossiiskii." *Kommersant*. Web. 1 Nov. 2018 <<https://www.kommersant.ru/doc/883731>>.
4. Sanzheeva, D. "Kak vozrozhдалos' i razrushalos' Baltiiskoe morskoe parokhodstvo." *Moika* 78. Web. 1 Nov. 2018 <<https://moika78.ru/news/2018-07-20/37364-kak-vozrozhдалos-i-razrushalos-baltiiskoey-morskoey-parokhodstvo>>.
5. M/S GEORG OTS. Web. 1 Nov. 2018 <http://www.faktaomfartyg.se/georg_ots_1980.htm>.
6. Kichigin, M. "Tallink" - tol'ko nachalo." *Morskoi flot* 7 (1990): 2–3.
7. Karta paromnoi linii Ust'-Luga - Baltiisk – Zasnits. Web. 1 Nov. 2018 <<http://www.eurotek.ru/node/216>>.
8. Proekt 161 (GDR), tip Kompozitor Kara Karaev. Web. 1 Nov. 2018 <<http://fleetphoto.ru/projects/2000/>>.
9. Biznes-tsestr «Morskoi vokzal». Web. 15 Feb. 2018 <<http://www.mvokzal.ru/morskoj-vokzal>>.
10. AO «Passazhirskii Port Sankt-Peterburg «Morskoi fasad». Web. 15 Feb. 2018 <<https://www.portspb.ru/>>.
11. "Baltic ports volumes in 2009." *Baltic Transport Journal* 4 (2010): 28–33.
12. Holma, Elisa, and Sakari Kajander. *Baltic Port Barometer 2012: Views of the Baltic ports for the year 2013*. Turku: University of Turku, 2012.
13. Chetyrkin, E. M. *Statisticheskie metody prognozirovaniya*. 2d edition. M.: Statistika, 2007.
14. Basovskii, L. E. *Prognozirovanie i planirovanie v usloviyakh rynka*. M.: Finansy i statistika, 2002.
15. Maiorov, Nikolaj Nikolaevich. "Methodological principles of the organization of the marine passenger transport network." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 2 (2018): 28–37. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-2-28-37.
16. Mulder, Judith, and Rommert Dekker. "Methods for strategic liner shipping network design." *European Journal of Operational Research* 235.2 (2014): 367–377. DOI: 10.1016/j.ejor.2013.09.041.
17. Patric, S., and N. Marcus. *Alternative solutions for terminal traffic*. Göteborg, Sweden, 2006.

18. CINN 2018 EUROPE. European Cruise Lines. Web. 1 Nov. 2018 <<https://www.cruiseindustrynews.com/pdf/>>.

19. Maiorov, N. N., and V. A. Fetisov. "Morskie passazhirskie terminaly: sovremennye tendentsii razvitiya." *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya: materialy XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2018. 312–315.

20. Krile, Srećko, Nikolai Maiorov, and Vladimir Fetisov. "Forecasting the operational activities of the sea passenger terminal using intelligent technologies." *Transport Problems: an International Scientific Journal* 13.1 (2018): 27–36.

21. Maiorov, N. N. "Conditions for choosing a mathematical model for simulation of passenger processes." *Bulletin of the Unesco department «Distance education in engineering»* 2 (2017): 16–19.

22. Maiorov, N. N., and V. A. Fetisov. *The system approach to the simulation of transport systems*. SPb.: SUAI, 2013.

23. Brodetskii, G. L. *Sistemnyi analiz v logistike. Prinyatie reshenii v usloviyakh neopre-delennosti*. M.: ACADEMA, 2010.

24. Barron, Paul, and Ana Bartolome Greenwood. "Issues determining the development of cruise itineraries: A focus on the luxury market." *Tourism in Marine Environments* 3.2 (2006): 89–99. DOI: 10.3727/154427306779435238.

25. Lekakou, María B., Athanasios A. Pallis, and George K. Vaggelas. "Which homeport in Europe: The cruise industry's selection criteria." *Tourismos: An international multidisciplinary journal of tourism* 4.4 (2009): 215–240.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Майоров Николай Николаевич —
кандидат технических наук, доцент
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения»
190000, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская 67, лит. А
e-mail: nmsoft@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Majorov, Nikolaj N. —
PhD, associate professor
Saint-Petersburg State University
of Aerospace Instrumentation
67/A Bol'shaya Morskaya Str., St. Petersburg,
190000, Russian Federation
e-mail: nmsoft@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 10 декабря 2018 г.
Received: December 10, 2018.*