



ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТРЕНДОВ В СФЕРЕ КРУИЗНЫХ И ПАРОМНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ИНФРАСТРУКТУРУ МОРСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПОРТОВ И ТЕРМИНАЛОВ

Н. Н. Майоров, А. А. Добровольская

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассматриваются варианты принятия решений по модернизации инфраструктуры морских пассажирских портов в зависимости от влияния внешней среды. Особое внимание выделено современному тренду в увеличении размеров круизных и паромных судов. Рассматриваемая проблематика актуальна для всех крупных и специализированных морских пассажирских портов. Авторы доказывают актуальность, приводя выборочные работы с 2013 года, в которых предлагаются варианты обоснований подобных решений. В статье приводится актуальная статистика по пассажирообороту с 2011 по 2022 год, приводится детальная аналитика интенсивностей работы. Авторы детально рассматривают порт Дубровник и Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад». Раскрывая проблематику, авторы рассматривают модель взаимодействия «город-морской пассажирский порт» Г. Норклиффа, приводят отдельные стадии в развитии. Для решения поставленной задачи авторы приводят целевую функцию, выделяют основные критерии и приводят результаты моделирования интенсивностей работы круизных и паромных линий в порту. Авторы обосновывают необходимость выбора некоторого оптимального количества судозаходов, при этом выделяют необходимость внесения как в модель целевой функции, так и в имитационную модель, параметров, описывающих размеры круизных судов, либо внесение отдельного условия выделения специализированных причалов под большие лайнеры. Приведённые условия должны быть включены в цифровую имитационную модель и позволят повышать точность решений по модернизации причалов морского пассажирского порта.

Ключевые слова: транспортные процессы, паромная сеть, модернизация инфраструктуры, морской пассажирский порт, принятие решений в условиях неопределенности, размеры причалов.

Для цитирования:

Майоров Н. Н., Добровольская А. А. Влияние основных трендов в сфере круизных и паромных перевозок на инфраструктуру морских пассажирских портов и терминалов // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №4(34), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2022 – с. 144-152. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-144-152.

INFLUENCE OF MAIN TRENDS IN CRUISE AND FERRY TRANSPORTATION ON THE INFRASTRUCTURE OF SEA PASSENGER PORTS AND TERMINALS

N. N. Maiorov, A. A. Dobrovolskaya

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article considers decision-making options for modernizing the infrastructure of sea passenger ports, depending on the influence of the external environment. Particular attention is paid to the current trend to increase the size of cruise and ferry ships. The considered problematic is actual for all large and specialized sea passenger ports. The authors prove the relevance by citing sample works from 2013, which offer options to justify such decisions. The article provides current statistics on passenger turnover from 2011 to 2022, providing a detailed analysis of work intensities. The authors consider in detail the port of Dubrovnik and the Passenger Port of St. Petersburg "Sea Facade". Revealing the problem, the authors consider the model of interaction "city-sea passenger port" by G. Norcliffe, and give a separate stage in the development. For the solution of the set problem the authors give target function, allocate basic criteria and give results of modeling intensities of cruise and ferry lines work in the port. Authors substantiate necessity of choice of some optimum quantity of ship calls, thus they allocate necessity of entering parameters describing sizes of cruise vessels, or entering separate condition of allocation of specialized berths for big liners both in the model of target function, and in the simulation model. The given conditions should be included in the digital simulation model and will allow increasing the accuracy of decisions on modernization of berths of the sea passenger port.

Keywords: transport processes, ferry network, infrastructure modernization, sea passenger port, decision making under uncertainty, size of berths.

For citation:

Maiorov N. N., Dobrovolskaia A. A. Influence of main trends in cruise and ferry transportation on the infrastructure of sea passenger ports and terminals // System analysis and logistics.: №4(34), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2022 –p. 144-152. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-144-152.



Введение

Мировой круизный туризм как один из самых динамичных и быстрорастущих сегментов туристической индустрии формирует туристическую деятельность. Темпы роста мирового круизного туризма постоянно увеличиваются за последние годы, несмотря на некоторый спад в связи с пандемией Covid-19, и экспертами, и руководителями отрасли ожидается, что количество круизных пассажиров будет расти во всем мире [1.2]. Круиз как форма досугового туризма наиболее выражена в Карибском бассейне [2], за которым следует Средиземноморье, затем регион Балтийского моря, как круизные регионы с растущими показателями круизных пассажиров. Спрос на круизный туризм продолжает расти, и круизные порты будут продолжать проявлять интерес к развитию своей круизной деятельности.

Сегодня Балтийское море является растущим рынком, но имеет давние традиции в круизном туризме [согласно 3,4]. Регион Балтийского моря — крайне разнообразен в смысле экономики, окружающей среды и культуры, однако страны во многих случаях используют общие (совместные) ресурсы и являются взаимозависимыми. Ввиду данного обстоятельства можно сказать, что высокая плотность морских паромных перевозок обусловлена экономической мощью прилегающих к морю стран, для которых в ситуации близкого физико-географического положения паромы — удобный и недорогой вид транспорта для перевозки как пассажиров, так и грузов. При этом имеется возможность ввода новых круизных маршрутов или выполнять гибкую реакцию на возмещение со стороны внешней среды. Данному аспекту уделено особое внимание в работе [5].

Именно поэтому, Балтийский регион является транспортным центром с разветвленной морской транспортной сетью. Как следствие, любое увеличение пассажиропотока и интенсивности работы круизных или паромных линий потребуют оценки возможностей портовой инфраструктуры и перехода на формирование определенной системы принятия решений по модернизации.

Анализ ситуации восстановления пассажиропотока морских паромных линий

Рассмотрим несколько характерных примеров отражающих увеличение пассажиропотока в сфере круизных и паромных линий. Для исследования выберем некоторые порты Средиземноморья и Балтийского моря. В качестве первого морского пассажирского порта, рассмотрим порт Дубровник (Хорватия).

Достаточно изучить анализ, представленный в статье Ivana Pavlic (CRUISE TOURISM DEMAND FORECASTING – THE CASE OF DUBROVNIK), опубликованной в 2013 году в журнале *Tourism and Hospitality Management* (Vol. 19, No. 1, pp. 125-142, 2013), который хорошо показывает увеличивающийся трафик круизного пассажиропотока в морском пассажирском порту Дубровнике (Хорватия) по месяцам с 2000 по 2011 год. График, отражающий данную динамику, представлен в статье [6] на странице 133. Если продолжить анализ интенсивности работы данного морского порта и воспользоваться информационным сервисом [7], то можно увидеть сохраняющийся тренд в увеличении как пассажиропотока, так и интенсивности круизных и паромных линий. К примеру, согласно [7], темпы роста морских круизов в 1980-х годах значительно превысили средние темпы роста других видов туризма и начинает проявлять массовые качества. В 1990-е гг. круиз приобрел массовый характер. Анализ мирового спроса на круизы в период 1990-2011 гг. показывает чрезвычайно высокий средний темп роста - 8,02% в год. За десять лет с 2001 по 2011 год спрос на круизы в мире удвоился с 9,91 миллиона пассажиров до 20,6 миллиона, при этом в 2011 году рост составил 6,88%.

На основе данного анализа можно утверждать про сохраняющийся увеличивающийся тренд и возрастание роли круизных и паромных маршрутов в данном регионе. Данные по интенсивностям работы порта и судозаходам круизных и паромных судов приведены в табл. 1.



Таблица 1 – Данные по работе морского пассажирского порта Дубровник с 2014 по 2022 гг. (согласно [7])

Параметр	Морской пассажирский порт Дубровник (Хорватия)		
	2014	2016	2017
Cruise (pax)	806412	799.916	704.812
Cruise calls	460	529	443
2015		2018	2019
Cruise (pax)	768.434	732.431	768 924
Cruise calls	475	414	486
2020		2021	2022
Cruise (pax)	4323	110130	310 039
Cruise calls	47	139	255

На рис. 1 представлены графические зависимости отражающие изменения в пассажиропотоках и интенсивности заходов круизных судов с 2014 по 2022 годы. На графиках также видно восстановление работы после длительного периода ограничений, связанных с коронавирусной инфекцией (Covid-19).

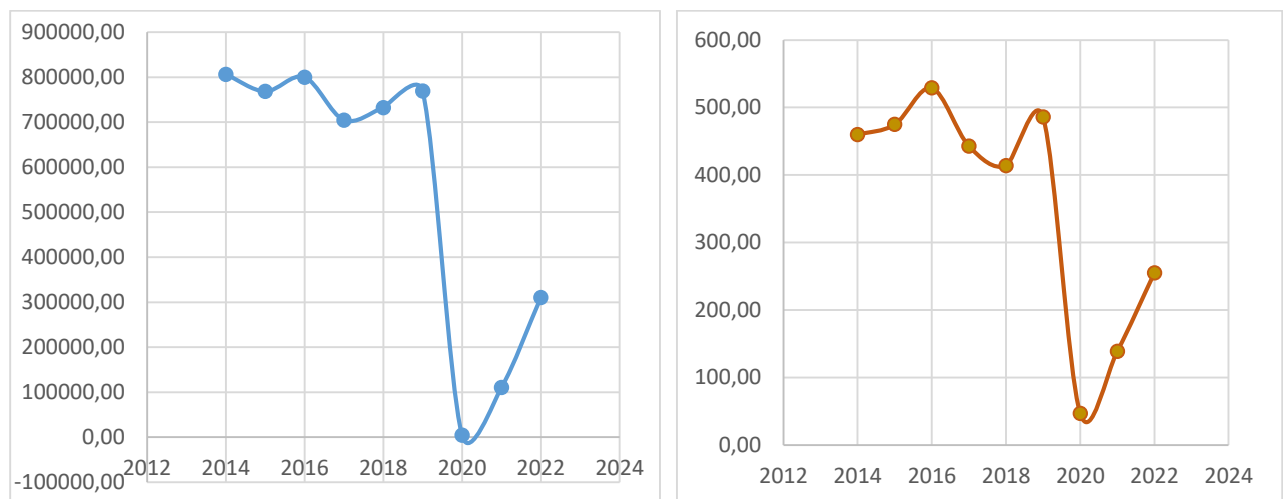


Рис. 1. Анализ интенсивности работы круизных линий и изменения в пассажиропотоках для морского пассажирского порта Дубровник (Хорватия)

В работе автора [6,7] представлена одна из основных проблем для данного порта – это проблема концентрации большого количества судов и пассажиров за короткий промежуток времени. С 2013 года ситуация усложнилась, так как ввиду увеличения размеров круизных и паромных судов, возникли задачи модернизации как портовой инфраструктуры, так и процессов обслуживания пассажиров в терминале. К примеру, в рассматриваемой работе, приведено исследование с помощью прогнозирования с использованием ARIMA–модели, что недостаточно, так как не учитываются факторы инфраструктуры морского пассажирского порта. В данной работе не приводится зависимость имеющейся инфраструктуры и возможностей по обслуживанию порта.

Если рассматривать круизную отрасль системно, то можно выделить, что в период с 1990 по 2019 год ежегодный совокупный темп роста пассажирских круизов в мире составлял 6,6% [1]. Однако COVID-19 остановил круизную индустрию, в среднем, на 11 месяцев. С другой стороны, данное замедление работы ускорило вывод из эксплуатации многочисленных



устаревших судов, поскольку круизный флот становится более современным и экологичным. На основе анализа ситуации можно сказать что, в конце 2021 года пассажиропоток круизных лайнеров в мире составит 581 200 человек с 323 судов, которые перевезут в общей сложности 13,9 млн пассажиров (рост составил на 96,2% по сравнению с 2020 годом и снижение на “-49,4”% по сравнению с 2019 годом). Построим графики функции на различных интервалах времени развития паромных перевозок с учетом влияния внешней среды на основе реальных данных аналитических отчетов [1,4]. Для детальности проведения анализа выполним разбиение на три отдельных временных интервала: с 2000 по 2017 годы, с 2017 по 2018 годы, с 2018 по 2021 годы (рис. 2).

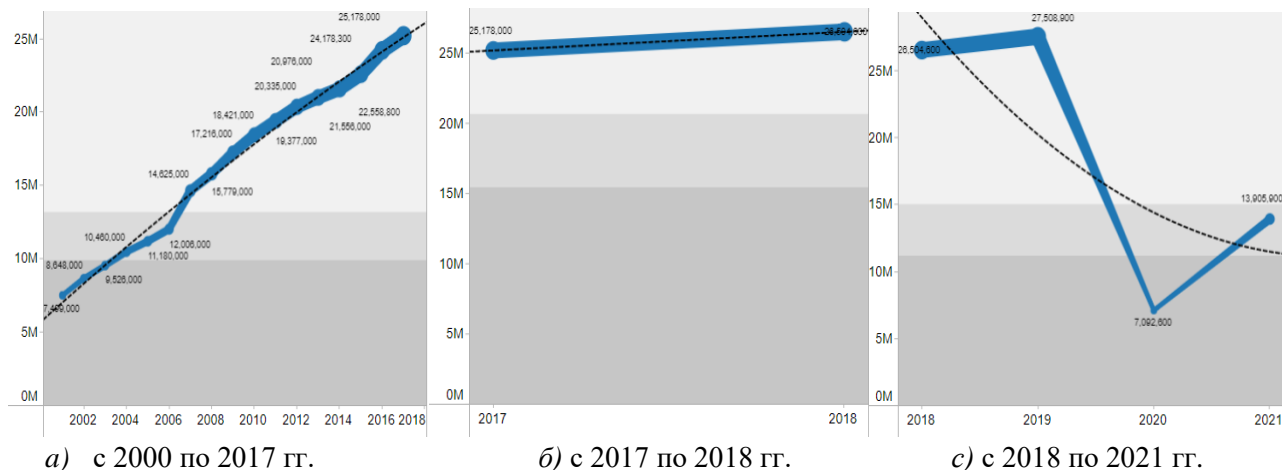


Рис. 2. Аналитические данные по перевозкам пассажиров морскими паромными и круизными линиями с 2000 по 2021 годы

На основе анализа работы [9,10] сохраняющий тренд на увеличение количества круизных и паромных судов для города Санкт-Петербурга (на основе открытых данных АО «Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад» [8]). Модель в классе полиномиальных моделей показала правильный прогноз в краткосрочном прогнозировании, применительно как для 2018, так и 2019 года.

На основе выполненного анализа (рис. 2.) видно увеличение морских паромных перевозок до 2019 года, интервал спада и постепенное восстановление на отдельных направлениях с середины 2021 года. Для региона Балтийского моря ситуация восстановления пассажиропотока на основе данных интенсивностей работы портов и терминалов Хельсинки, Таллин, Стокгольм, Росток представлена на рис. 3.

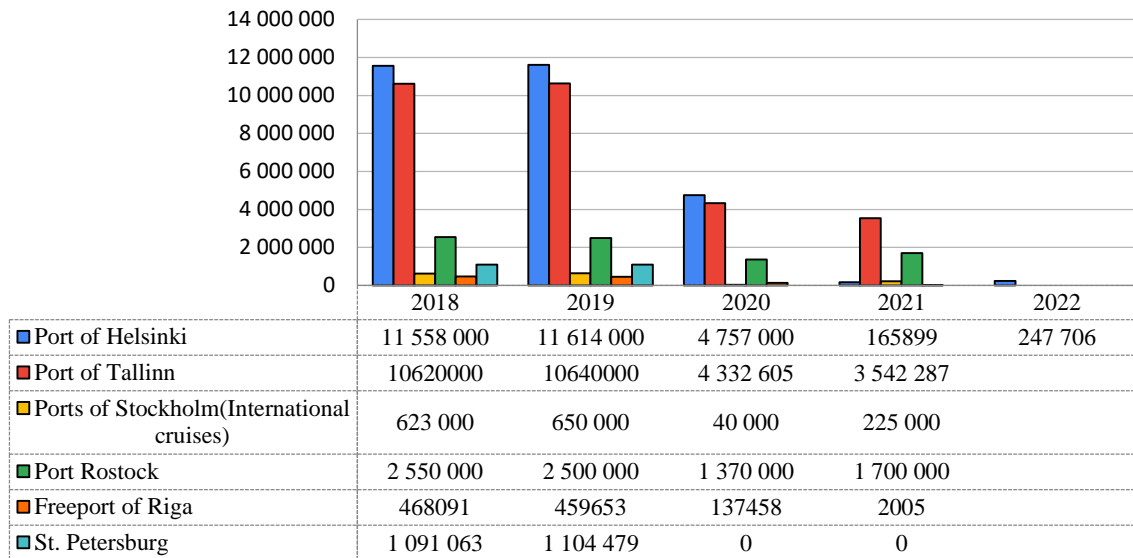


Рис. 3. Анализ пассажиропотока морских пассажирских портов Балтийского моря с 2018 по 2022 гг. (включая данные по первой половине 2022 года)

На основе выполненного анализа видно восстановление маршрутных направлений и восстановление пассажиропотока. Прогнозные модели показывают свою корректность в краткосрочном прогнозировании и необходимо результаты прогноза использовать для вопросов модернизации инфраструктуры. Для этого необходимо рассмотреть вопросы взаимного влияния морского пассажирского порта и города.

Модель взаимного влияния морского пассажирского порта и города

Морской пассажирский порт оказывает прямое влияние как на инфраструктуру города, так и его развитие влиянием на позицию города и его привлекательность в как в регионе, так и на мировом уровне. Можно сказать, что морской пассажирский порт и терминал являются источниками формирования новых требований для инфраструктуры [7], новым центром развития и применения новых решений по модернизации инфраструктуры (рис. 4).



Рис. 4. Взаимное влияние города и морского пассажирского порта

Представим ситуацию положения увеличения влияния размеров круизных судов для морского пассажирского порта и терминала в следующей модели (рис. 4).

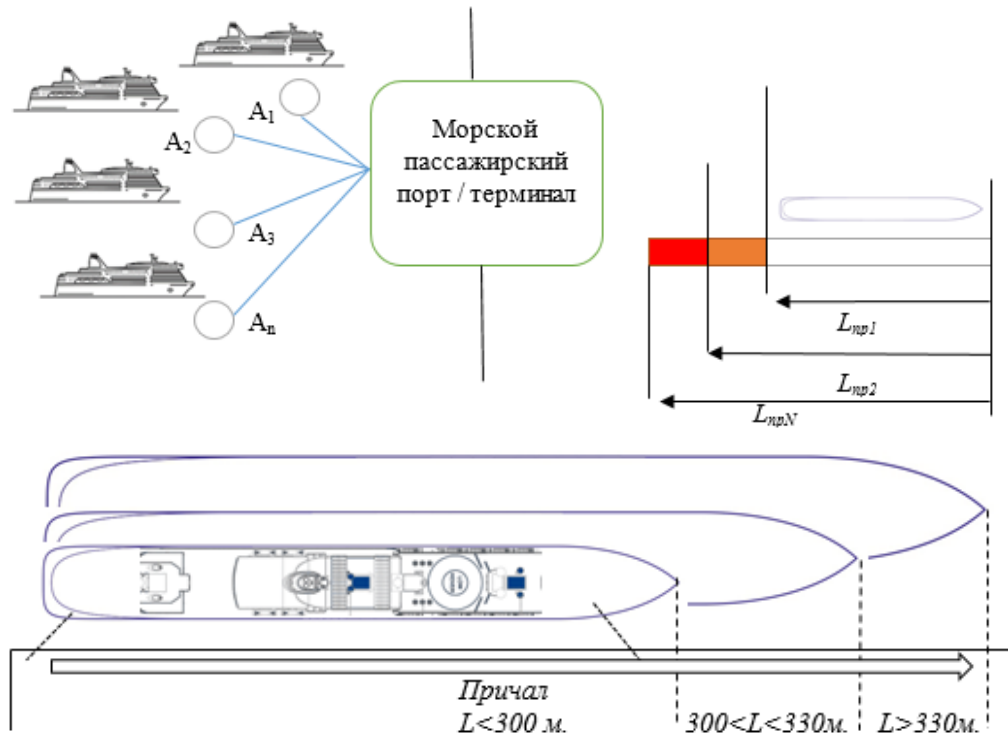


Рис. 4. Модель потребности в модернизации инфраструктуры при имеющимся тренде увеличения размеров круизных и паромных судов

На рис. 4 представлены A_1, \dots, A_N – интенсивности работы паромных и круизных линий; L_{np1}, \dots, L_{npN} – изменение длины причала при изменении тренда на увеличение круизных судов; L – размеры круизного (паромного) судна.

На основе описания ситуации, представленной на рис. 4 видно, что увеличение габаритов судов требует увеличения причалов, что определяет необходимость их модернизации. Причем, ввиду увеличения интенсивности судов, уменьшается возможность использования существующих причалов при различных вариантах расстановки судов в порту.

Возникает вопрос об оценке интенсивности и оценке необходимости модернизации. Частные случаи, единоразовых заходов больших лайнеров, решаются на оперативном уровне. Ситуация усложняется, когда интенсивности значительно увеличиваются. Согласно классическим моделям эволюции портов и терминалов, можно применить историческую модель развития портов Г. Норклиффа [11]. Согласно данной модели выделяется три периода в эволюции в отношении городов и морских портов: период симбиоза городов и портов, период активного роста городов в отрыве от портов и период активного роста портов за пределами городов, сопровождающийся отрывом внутригородской причальной линии от разрастающегося порта. Дополнительно, в данной модели представлена ситуация кризиса, когда для достижения наилучшего эффекта функционирования система морского порта должна подлежать модернизации.

Ввиду влияния многих факторов целевая функция процесса функционирования морского пассажирского терминала является многопараметрической и многокритериальной. При ее реализации необходимо учитывать число пассажирских терминалов, причалов, интенсивности захода судов. В общем виде целевая функция представима (1).

$$T(I, W, S, G, U) = [F_1(I, W, S, G, U) \rightarrow \max, \dots, F_m(I, W, S, G, U) \rightarrow \max], \quad (1)$$

где T – вектор критериев оценки эффективности работы пассажирского морского



порта; F_1, \dots, F_m – критерии работы эффективности отдельных портовых терминалов и причалов; I – вектор параметров, описывающий структуру входящего потока круизных судов и дополнительного транспорта; W – вектор параметров, описывающих структуру исходящего потока транспорта и паромных судов; S – вектор параметров, характеризующий техническую оснащенность терминалов и причалов; G – вектор параметров, описывающих график работы и организацию обработки пассажиропотока и сопутствующего грузопотока; U – вектор параметров, характеризующий сервисы и услуги, которые предоставляют терминалы.

Для лиц, принимающих решение по модернизации инфраструктуры необходимо учитывать:

1. Переменные факторы, оказывающие влияние на систему морского пассажирского порта;
2. Оценивать функционирование элементов управления;
3. Выполнять мониторинг показателей производительности;

При оценке интенсивностей работы морского порта и оценке загруженности причалов необходимо использовать модели и методы моделирования систем [12,13] и принятия решений при неопределённости [14].

Варианты моделирования различной интенсивности работы круизных и паромных судов для АО «Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад» приведен на рис. 5. При моделировании вариантов судозаходов использовались различные законы распределений.

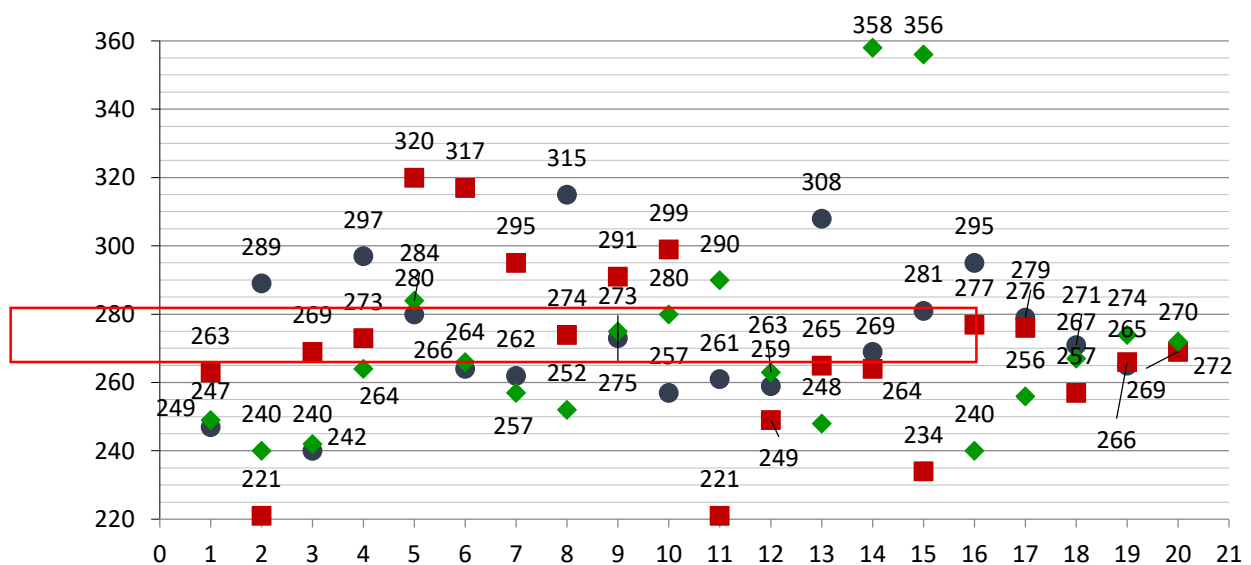


Рис. 5. Результаты практического исследования судозаходов круизных и паромных судов при использовании Пуассоновского распределения, Нормального распределения и Гамма распределения

На основе проведенной серии экспериментов выделен доверительный интервал, который отражает ситуацию загруженности причалов и интенсивностей работы для морского пассажирского порта. Однако в данной модели учитывается только количество круизных или паромных судов. При выборе необходимого значения интенсивностей, необходимо учитывать размерные факторы круизных и паромных лайнеров.

Вывод

Современные морские порты и терминалы находятся под изменчивым влиянием внешней среды, должны обеспечивать должную гибкость при влиянии новых трендов. Одним



из основных трендов является постепенное увеличение размера круизных и паромных судов, что вызывает необходимость уже сегодня вносить инфраструктурные изменения. На основе выборочного анализа работ, было выявлено, что уже в 2013 году исследователи особое внимание уделяли разработке моделей для обоснования модернизации инфраструктуры морских пассажирских портов и формированию системы принятия решений.

Если администрация морского порта и город не будут принимать решений по модернизации инфраструктуры, то порт и регион потеряет новые круизные линии и потеряет в пассажиропотоке. Одним из таких ярких успешных примеров является тот факт, что принимая во внимание наметившуюся тенденцию к повышению вместимости круизных судов и увеличению их размеров, АО «ПП СПб МФ» приступило к выполнению работ по проектированию выносных палов у причала №7. Реализация данного проекта предусматривала реконструкцию причала № 7 путем возведения трех выносных швартовых палов с соединительными мостиками и увеличение длины причалов №№ 6 и 7 (причального фронта) на 108,6м. Данный проект успешно был реализован и город Санкт-Петербург, обладая единственными в России специализированным морским пассажирским портом, сохраняет лидерские позиции крупного пассажирского порта в регионе.

При формировании прогнозирования развития необходимо использовать как полиномиальные модели для краткосрочного прогнозирования, так и использовать имитационное моделирование для получения набора данных о количестве и интенсивностях работы. При принятии решений сегодня необходимо не только использовать числовые данные по количеству судов, но и учитывать габаритные параметры судов. Таким образом, в имитационные модели необходимо включать ограничения или формировать выделение отдельных специализированных причалов. Данный путь значительно повышает точность принятия решений по модернизации причалов морского пассажирского порта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cruise Market Watch. Growth of the Ocean Cruise Line Industry. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cruisemarketwatch.com/growth/> (дата обращения: 10.12.2022)
2. Goran Ć. Cruise Port Passenger Flow Analysis: a Cruise Port Governance Perspective / Goran Ć., Ivan P., Dejan T. // *Naše more*. 2020. 67(3). – p. 181-191. DOI: 10.17818/NM/2020/3.1
3. Dunlop G. The European ferry industry — challenges and changes // *International Journal of Transport Management*. 2002. Vol. 10, № 1. p. 115—116
4. Laird J. J. Valuing the quality of strategic ferry services to remote communities // *Research in Transportation Business and Management*. 2012. № 10. p. 97—13
5. Каторгин А. Д. Территориальная структура паромного сообщения в акватории Балтийского моря / А. Д. Каторгин, С. А. Тархов // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13, № 3. С. 108—124. DOI: 10.5922/2079-8555-2021-3-6
6. Pavlic I. Cruise tourism demand forecasting – the case of dubrovnik / *Tourism and Hospitality Management*, 2013, Vol. 19, No. 1, p. 125-142
7. Порт Дубровник. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.portdubrovnik.hr/statistika/?idKat=2&godina=2022> (дата обращения: 19.10.2022)
8. Пассажирский порт Санкт-Петербург «Морской фасад». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.portspb.ru/O_porte/about (дата обращения 20.10.2022)
9. 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.
10. Krile S., Maiorov N., Fetisov V. Modernization of the Infrastructure of Marine Passenger Port Based on Synthesis of the Structure and Forecasting Development. *Sustainability*. 2021. vol. 13. 3869. <https://doi.org/10.3390/su13073869>



11. Norcliffe G. The emergence of postmodernism on urban waterfront: Geographical perspectives on changing relationships / G. Norcliffe, K. Bassett, T. Hoare // Journal of Transport Geography. — 1996. Vol. 4. Is. 2. p. 123–134
12. Добровольская А. А. Исследование вариантов модернизации инфраструктуры транспортного терминала на основе вероятностных моделей / А. А. Добровольская, Н. Н. Майоров, М. Р. Язвенко // В книге: Волновая электроника и инфокоммуникационные системы. Сборник статей XXV Международной научной конференции. В 3-х частях. Санкт-Петербург, 2022. С. 162-170.
13. Майоров Н. Н., Фетисов В. А. Практические задачи моделирования транспортных систем. СПб.: ГУАП, 2012. –186 с.
14. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности / Г.Л. Бродецкий // М.: Academia, 2010. –336 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Майоров Николай Николаевич –

доктор технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: nnm@guap.ru

Добровольская Ангелина Александровна –

ассистент кафедры системного анализа и логистики

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: angd999@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maierov Nikolai Nikolaevich –

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of System Analysis and Logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: nnm@guap.ru

Dobrovolskaia Angelina Alexandrovna –

Assistant of the Department of Systems Analysis and Logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: angd999@gmail.com