

ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУЗОБОРОТА МОРСКИХ ПОРТОВ, СГРУППИРОВАННЫХ ПО БАСЕЙНАМ, НА ОСНОВЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

И. В. Зуб, С. А. Фомичев, В. А. Фомичев

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация.

В статье представлены результаты анализа грузооборота пяти морских бассейнов Российской Федерации за 2021–2024 гг. Анализ деятельности портов и морских бассейнов, выполненный на основе имеющихся статистических данных, позволяет определить тенденцию их перспективного развития, которая зависит как от каботажных грузоперевозок, так и от внешнеэкономических связей. Прогнозирование грузооборота на основе существующих методов позволит морским бассейнам и отдельным портам оптимизировать погрузочно-разгрузочные работы, организационно-технические мероприятия по технической эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, координировать направления грузопотоков, а также планировать количество хранящегося на складе груза. Отмечается, что управление данными показателями позволят планировать загрузку складских площадей портов морских бассейнов, своевременно подготавливать судовые партии, что позволит избежать простоев судов под грузовыми операциями. Анализ и прогноз различных видов экономической деятельности осуществляется экспертными оценками, различными математическими методами, которые имеют вероятностный характер. В работе использован метод Хольта – Винтерса, который по результатам анализ дал наиболее точный прогноз. В результате выполненного прогноза грузооборота методом Хольта – Винтерса на 2025 г. проведено сравнение полученных прогнозируемых данных и фактических данных. Для проверки их соответствия или несоответствия выполнен проверочный расчет с использованием встроенной функции в Microsoft Excel и проведено сравнение прогнозируемых и фактических данных на их соответствие или несоответствие. Применение указанных методов прогнозирования позволяют представить анализ грузооборота морских бассейнов для нивелировки конфликтных ситуаций в процессе перевалки грузов и оперативного принятия решений, рационального использования инфраструктуры портов морского бассейна. На основе сравнения рассмотренных методов показано, что полученные на их основе данные по грузооборотам приближены к соответствию с фактическими статистическими данными.

Ключевые слова: грузооборот, морской бассейн, порт, методы прогнозирования, статистические данные, модель, перевалка грузов, портовая инфраструктура, морской транспорт, подъемно-транспортное оборудование, метод Хольта – Винтерса.

Для цитирования:

Зуб И. В. Оценка статистических параметров и вероятностное определение объемов грузооборота морских портов, сгруппированных по бассейнам, на основе прогностических моделей / И. В. Зуб, С. А. Фомичев, В. А. Фомичев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2026. Т. 18. № 3. 406–423. EDN JCVMJN. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-3-406-423.

STATISTICAL PARAMETER ESTIMATION AND PROBABILISTIC FORECASTING OF CARGO TURNOVER AT SEAPORTS GROUPED BY SEA BASIN USING PREDICTIVE MODELS

I. V. Zub, S. A. Fomichev, V. A. Fomichev

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The article presents the results of an analysis of cargo turnover in five sea basins of the Russian Federation for 2021–2024. The analysis of port and sea basin operations, carried out on the basis of available statistical data,

makes it possible to identify trends in their future development, which depend on both coastal shipping and foreign economic relations. Forecasting cargo turnover using existing methods enables sea basins and individual ports to optimise cargo-handling operations, plan organisational and technical measures for the operation and maintenance of lifting and handling equipment, coordinate cargo flow directions, and determine the amount of cargo to be stored in warehouses. Managing these indicators makes it possible to plan the utilisation of warehouse areas at seaports, prepare vessel consignments in a timely manner, and avoid vessel downtime during cargo operations. The analysis and forecasting of various types of economic activity are carried out using expert assessment and various mathematical methods, which are probabilistic in nature. This study applies the Holt-Winters method, which provided the most accurate forecast based on the results of the analysis. Following the cargo turnover forecast for 2025 obtained using the Holt-Winters method, the predicted values were compared with the actual data. To verify the degree of agreement between the forecast and the actual values, an additional calculation was performed using a built-in Microsoft Excel function. The application of these forecasting methods makes it possible to analyse cargo turnover in sea basins in order to mitigate potential conflicts during cargo transshipment, support prompt decision-making, and ensure the rational use of port infrastructure within each sea basin. The comparison of the methods considered shows that the cargo turnover values obtained using these methods are close to the actual statistical data.

Keywords: cargo turnover, sea basin, seaport, forecasting methods, statistical data, model, cargo transshipment, port infrastructure, maritime transport, lifting and handling equipment, Holt-Winters method.

For citation:

Zub, Igor V., S. A. Fomichev and V. A. Fomichev. "Statistical parameter estimation and probabilistic forecasting of cargo turnover at seaports grouped by sea basin using predictive models" *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 18.3 (2026): 406–423. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-3-406-423.

Введение (Introduction)

Российская Федерация (РФ) имеет самую протяженную в мире береговую линию и доступ к пяти морским бассейнам. Морские бассейны РФ включают 67 портов, которые являются стратегическими объектами не только регионов, но и страны в целом, что определяет необходимость их развития и совершенствования. Грузооборот морских портов является важной составляющей экономики страны. Исследование грузооборота морских бассейнов РФ за период 2021–2025 гг. демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению, которая охватывает все порты независимо от их географического местоположения¹. Данная ситуация требует всестороннего анализа причин и разработки превентивных мер для обеспечения равномерной загрузки портовой инфраструктуры.

Анализ деятельности портов на основе открытых статистических данных позволяет определить тенденцию их перспективного развития, которая зависит как от каботажных грузоперевозок, так и от внешнеэкономических связей. Если первые зависят от развития регионов, то вторые — от торгово-экономических взаимоотношений с другими странами. Несмотря на рост санкций, Россия не прекращает наращивать транспортировку и перевалку грузов морским транспортом. Оценка существующих вызовов и прогнозирование будущих позволит сформировать программу действий для стратегического планирования развития морской деятельности в целом. Порт как субъект экономической деятельности должен реагировать на изменения политической и экономической ситуации в мире и формировать конкурентные преимущества, обеспечивая приток грузов.

За период 2021–2024 гг. в некоторых морских портах произошли существенные изменения грузооборота, причины которых вызваны санкциями, введенными против нашей страны. Многие портовые операторы заняты поиском альтернативных грузопотоков. Так, например, в порту Балтийского бассейна АО «Петролеспорт», в основном специализирующееся на перевалке крупнотоннажных контейнеров (КК), за 2022 г. сократило обработку КК практически на 50 %, что повлекло за собой диверсификацию грузопотока: КК были заменены генеральными и навалочными грузами в мягкой таре [1]. Однако не все порты смогли провести диверсификацию грузопотока и перегруппироваться на другие виды грузов. Это связано с тем, что многие порты специализируются

¹ Федеральное агентство морского и речного транспорта (Росморречфлот). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://morflot.gov.ru/novosti/lenta/gruzooborot-morskikh-portov-rossii-v-2022-godu-vyros-na-0-7-do-841-5-mln-tonn/> (дата обращения: 11.04.2025).

на одном виде грузов, и для обработки других необходимо иметь парк специализированного подъемно-транспортного оборудования (ПТО). Замена ПТО связана не только с наиболее капиталоемкими затратами, но и занимает длительный период времени. Вопрос диверсификации является достаточно острым из-за неопределенности грузопотоков и внутренней конкуренции между стивидорными компаниями.

Целью данного исследования служит выявление прогнозных значений грузооборота по пяти морским бассейнам РФ.

Для решения поставленной цели были определены следующие задачи исследования:

- провести анализ грузооборота морских бассейнов за 2021–2025 гг.;
- определить ожидаемый грузооборот морских бассейнов, используя методы прогнозирования;
- полученные прогнозные значения сопоставить с актуальными статистическими данными, что позволит выявить их соответствие.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Внешнеторговые операции являются неотъемлемой частью экономики. Анализ грузооборота морских бассейнов позволяет выявить основные направления и номенклатуру грузопотоков, что дает возможность определить стратегическое планирование развития инфраструктуры портов бассейна и промышленного производства, прилегающего к морскому бассейну региона. В работе [3] приведены данные по грузообороту морских бассейнов РФ за период 2006–2018 гг., а также отмечается, что увеличение грузооборота в данный период было обеспечено увеличением объемов перевалки угля, руды, нефти и нефтепродуктов, сжиженного газа, древесины, грузов в контейнерах и зерна. На основе имеющихся статистических данных морских бассейнов был выполнен анализ грузооборота за период 2021–2024 гг. (рис. 1). В морских портах Балтийского бассейна в течение 2024 г. наблюдалось некоторое увеличение грузооборота по сравнению с 2021 г. (менее чем на 8 %), составив около 273 млн. По сухим грузам грузооборот составил 123,8 млн т, по наливным грузам в 2024 г. наблюдался рост грузооборота по сравнению с 2021 г. на 18 %, который и составил 149,3 млн т. Анализ Балтийского бассейна показал, что грузопоток был ориентирован на порты стран Евросоюза (ЕС), но в связи с произошедшими событиями произошла переориентация на новых партнеров из стран Юга (Африка) и Азии (Китай) [2, 3].

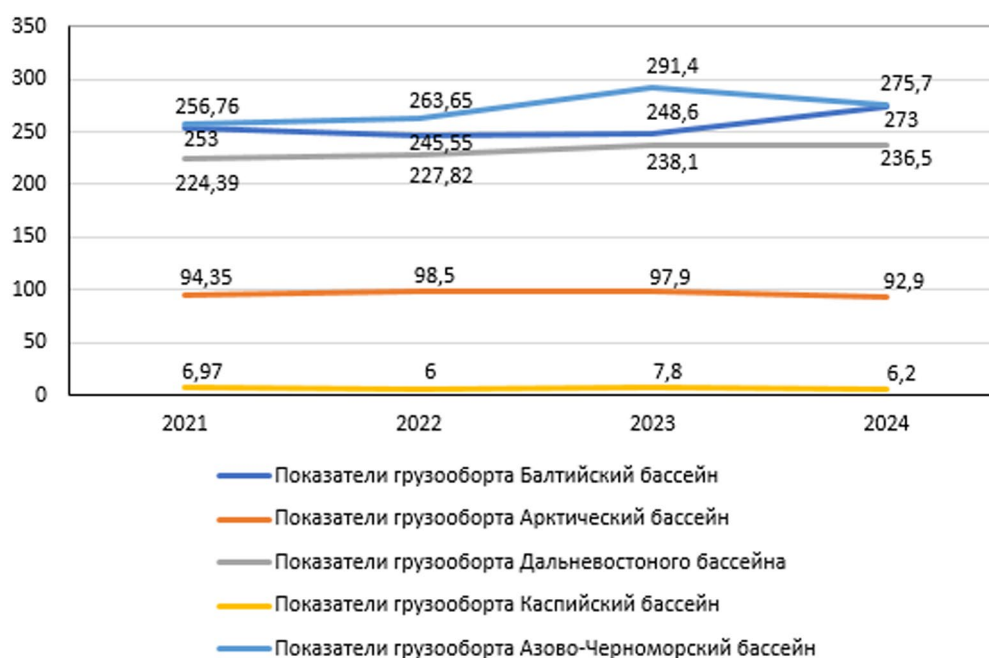


Рис. 1. Динамика грузооборота морских бассейнов России за 2021–2024 гг.

Fig. 1. Cargo Turnover Trends in Russian Sea Basins, 2021–2024

Грузооборот Арктического бассейна в 2024 г. сократился на 1,7 % по сравнению с 2021 г., и составил почти 93 млн. т (см. рис. 1). Из него перевалка навалочных, генеральных грузов составила 26,1 млн. т, что в процентном соотношении к 2021 г. составило +10 %, или 29 млн т. Перевалка нефтеналивных грузов в 2024 г. увеличилась по сравнению с 2021 г. на 2 %, составив 66,9 млн т [4].

В Дальневосточном бассейне грузооборот в 2024 г. вырос на 5 % по сравнению с 2021 г. и составил 236,5 млн т (см. рис. 1). Перевалка из него навалочных, генеральных и других грузов составила 154,5 млн т, что на 3,5 % больше в сравнении с уровнем 2021 г.; наливных грузов — 81,9 млн т, что представляет увеличение по сравнению с 2021 г. на 7,7 % [5].

Каспийский бассейн сократил свой грузооборот относительно 2021 г. на 12,5 % и составил 6,2 млн т (см. рис. 1). Из него перевалка навалочных, генеральных и других грузов составила — 4,2 млн т, что на 62 % больше по сравнению с уровнем 2021 г., наливных грузов — 2 млн т, что уменьшилось по сравнению с 2021 г. на 53 % [6].

Грузооборот Азово-Черноморского бассейна в 2024 г., по сравнению с 2021 г., увеличился на 7 % и составил 275,7 млн т (см. рис. 1). Из этого грузооборота перевалка навалочных, генеральных и других грузов составила 131,2 млн т, что на 13 % больше по сравнению с 2021 г. По наливным грузам грузооборот увеличился на 1,5 % по сравнению с 2021 г. и составил 144,5 млн т [7].

В период 2021–2024 гг. в Арктическом и Каспийском бассейнах произошел равномерный спад грузооборота. Данная динамика обусловлена совокупностью причин. В Арктическом бассейне отмечалось падение перевалки, что объясняется сокращением объемов транспортировки угля и нефти по наиболее протяженным логистическим цепочкам. В Каспийском бассейне наблюдается уменьшение экспорта нефтепродуктов, вызванное сезонным увеличением внутреннего спроса на фоне снижения производственных мощностей из-за проведения ремонтных работ на ряде нефтеперерабатывающих заводов.

Кроме того, на общий спад грузооборота оказали влияние сокращение экспорта угля, сдерживаемое инфраструктурными ограничениями железнодорожного транспорта, и снижение мировых цен, делающих некоторые экспортные направления нерентабельными, а также уменьшение перевалки черных металлов и руды. Проблемы с развитием портовой инфраструктуры, включая задержки в проведении строительных работ и ввод в эксплуатацию новых объектов, создают существенные ограничения. Динамичный характер ледовой обстановки в Арктическом регионе и ее сезонные особенности создают вызовы для навигации и планирования транспортных операций.

Прогнозирование и анализ грузооборота портов рассмотрен в работах [8–14]. Для прогнозирования работы объектов экономики используются различные методы, которые разделяют на *интуитивные*, основанные на опыте и интуитивно-логическом мышлении, и *методы на базе экономико-математического прогнозирования*. Прогнозирование грузооборота производится на основе имеющейся статистической информации, но имеет вероятностный характер, так как в прогнозе присутствует доля неопределенности или случайная компонента, в ряде случаев не зависящая от владельца процесса. Для сокращения интервалов неопределенности при прогнозировании грузооборота порта можно использовать теорию вероятности. В работе [15] представлен метод сокращения интервалов, в рамках которого был рассмотрен подход к интервальному прогнозированию по сегментам грузооборота. Отмечается, что с помощью сокращения на каждой итерации интервала неопределенности повышается точность прогнозирования грузооборота. Данный метод предполагает прогноз грузооборота для конкретного порта.

Анализ трендов и прогнозирование изменений экономической ситуации необходим для принятия управленческих решений. Оценку грузооборота морских бассейнов можно выполнять различными методами. Использование временных рядов, основанное на изучении статистических данных за определенный временной период, позволяет выявить закономерности изменения анализируемых показателей. Анализ временных рядов позволяет работать с имеющимися статистическими данными [16].

В работах [8, 9, 11] рассмотрено прогнозирование с использованием OLS-модели, которая решается методом наименьших квадратов (МНК) средствами Microsoft Excel. Применение МНК ограничено определенными требованиями относительно случайной величины. В связи с этим предлагается рассматривать авторегрессионную модель с распределенными лагами ADLM, учитывающую воздействие динамических рядов, сформированных в предыдущие периоды [9].

Задачи прогнозирования решаются методом Хольта – Винтерса и модели ARIMA. Прогноз продаж товаров различной номенклатуры методом Хольта – Винтерса и модели ARIMA показал, что модель ARIMA успешно решает поставленную задачу прогнозирования продаж и ее показатели точности (в диапазоне от 78 % до 99,8 %) уступают результатам, демонстрируемым в модели прогноза Хольта – Винтерса [17].

В работе [18] авторы предложили использовать для прогнозирования валютных курсов метод Хольта – Винтерса и метод экспоненциального сглаживания. Авторы детально проанализировали оба метода, фокусируя внимание на их способности выявлять тенденции роста или падения курсов. Проанализировав итоги проведенного анализа, исследователи пришли к выводу о структурном сходстве этих двух подходов и их пригодности для прогнозирования курса валют.

Прогноз по методу экспоненциального сглаживания является оптимальным вариантом прогнозов, когда известно прогнозируемое значение в основном за несколько дней или недель. Главным отличием метода экспоненциального сглаживания от метода Хольта – Винтерса является отсутствие учета сезонности и тренда изменения прогноза, что приводит к формированию прогноза с фиксированным значением. Вследствие этого прогноз по методу экспоненциального сглаживания получается с эффектом случайных колебаний, что является недостатком данного метода. Метод Хольта – Винтерса может быть применен для прогнозирования при имеющихся статистических значениях за определенный период сбора информации.

Прогнозирование с помощью скользящего среднего и авторегрессии (ARIMA), а также модели для анализа и прогнозирования временных рядов широко применяются в бизнес-процессах для планирования. Их ключевое преимущество по сравнению с методом Хольта – Винтерса заключается в гибкости и способности улавливать широкий спектр характеристик временных рядов. Тем не менее ARIMA имеет свои недостатки: она менее эффективна для прогнозирования несезонных данных ввиду предположения о линейной связи между наблюдениями и их предыдущими значениями, что не всегда отражает реальность. Преимущество метода Хольта – Винтерса по сравнению с ARIMA заключается в его способности интегрировать тренд и сезонность, что является критически важным для анализа временных рядов, демонстрирующих годовые колебания спроса. Кроме того, данный метод обеспечивает возможность построения долгосрочных прогнозов благодаря учету множества прогностических факторов.

Таким образом сравнивая метод Хольта – Винтерса с методами экспоненциального сглаживания и ARIMA (скользящего среднего и авторегрессии), используемых для прогнозирования, видно, что эти методы схожи, но их в основном используют в различных производствах и предприятиях, где существует изменение спроса или подсчет количества продаж, что не совсем подходит для определения прогнозов грузооборота порта.

Метод Хольта – Винтерса для анализа и прогнозирования динамики временных рядов в сфере логистических железнодорожных перевозок был рассмотрен в работе [19], в которой отмечалось, что данный метод может применяться для планирования перевозок как при составлении стратегии перевозки, так и при тактическом планировании. В контексте исследования, представленного в работе [19], следует отметить, что при получении результатов по методу Хольта – Винтерса, автор не сравнивает его с другими возможными методами прогноза для уточнения своих параметров, вследствие чего точность выполняемого прогноза нельзя считать полной и точной.

Сравнивая метод Хольта – Винтерса с методами экспоненциального сглаживания, скользящего среднего и авторегрессии, используемых для прогнозирования, видно, что данные методы

схожи, но их в основном используют на различных производствах и предприятиях, где происходит изменение спроса или подсчет количества продаж, что не совсем подходит для определения прогнозов грузооборота порта.

Анализ научных публикаций [8, 15, 16, 17, 19] показал, что в настоящее время существует большое количество методов математического моделирования для расчетов прогнозов. Авторы данного исследования предлагают для прогнозирования грузооборота морских бассейнов использовать метод Хольта – Винтерса, который базируется на динамике временных рядов.

Алгоритм выполнения прогноза по методу Хольта – Винтерса

Экспоненциально-сглаженный ряд вычисляется с использованием следующей формулы:

$$L_i = \frac{\alpha Q_i}{S_{i-s}} + (1 - \alpha)(L_{i-1} - T_{i-1}), \quad (1)$$

где α — коэффициент для построения математической модели (данные параметры необходимы для прогнозирования и сглаживания прогноза от 0 до 1, подбираются вручную);

S_{i-s} — сезонный коэффициент за прошлый период;

Q_i — статистический параметр грузооборота;

L_{i-1} — экспоненциально-сглаженный ряд за предыдущий период;

T_{i-1} — значение тренда:

$$T_i = k(L_i - L_{i-1}) + (1 - k)T_{i-1}. \quad (2)$$

Определение коэффициента сезонности:

$$S_i = \frac{kQ_i}{L_i} + (1 + k)S_{i-s}. \quad (3)$$

При реализации прогнозирования методом Хольта – Винтерса обновление компонента сезонности S_i осуществляется с учетом двух основных факторов: предыдущего значения коэффициента сезонности для аналогичного периода S_{i-s} и заданного пользователем коэффициента сглаживания k , который определяет степень влияния на итоговый результат. На основе этих параметров формируется прогноз на определенный горизонт планирования:

$$\hat{Q}_{i-p} = (L_i + pT_i)S_{i-s+p}, \quad (4)$$

где $\hat{Q}_{i-p}$ — прогнозируемый параметр на p -й период вперед;

S_{i-s+p} — сезонный коэффициент, характерный для данного периода, но относящийся к последнему завершённому сезону.

Алгоритм выполнения прогноза с использованием встроенной функции в Excel.

Для верификации результатов и повышения точности составляется дополнительный прогноз с использованием встроенной функции в Excel.

Для выполнения данного метода в первую очередь необходимо задаться статистическими данными в период 2021–2024 гг., после чего выполнить ряд действий, связанных с формированием конечной таблицы с последующим построением диаграммы прогнозов.

Метод с использованием встроенной функции в Excel основан на экспоненциальном сглаживании (ETS), которая помогает прогнозировать будущие значения, и анализе имеющихся статистических данных. Его главная идея заключается в том, что более свежие данные считаются важнее старых. Вес каждого предыдущего значения уменьшается со временем, причем это происходит очень быстро, по экспоненте.

Результаты (Results)

В результате выполненных расчетов были получены методом Хольта – Винтерса прогнозы по пяти российским бассейнам на 2025 г., представленные на рис. 2–6 и в табл. 1–5.

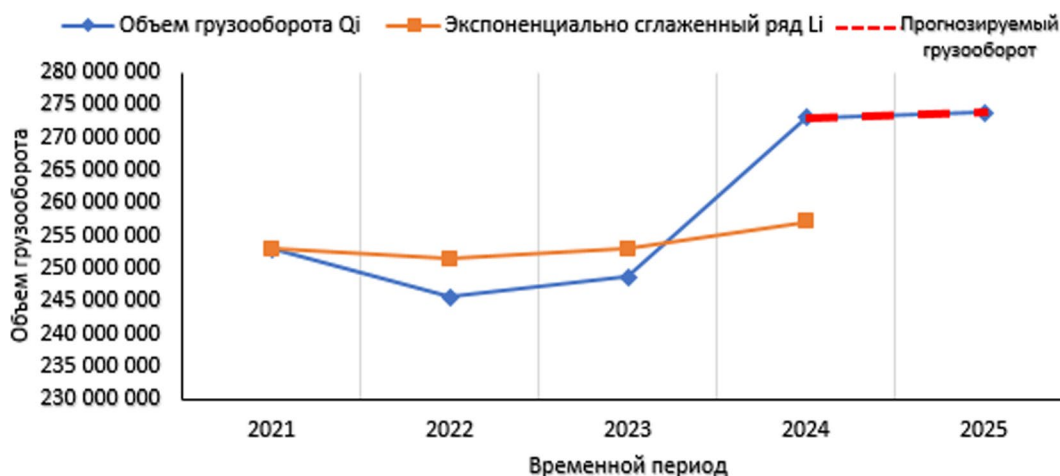


Рис. 2. Диаграмма прогнозов грузооборота Балтийского бассейна на 2025 г., выполненная методом Хольта – Винтерса

Fig. 2. Cargo Turnover Forecast for the Baltic Basin in 2025 Using the Holt – Winters Method

Таблица 1

Результаты прогноза грузооборота Балтийского бассейна на 2025 г., полученные методом Хольта – Винтерса

Table 1

Baltic Basin Cargo Turnover Forecast Results for 2025 Obtained Using the Holt – Winters Method

Год	Объем грузооборота	Экспоненциально сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
	Q_i	L_i	T_i	S_i
2021	253 000 000	253 000 000	0	1
2022	245 550 000	251 510 000	–1266500	0,97985766
2023	248 600 000	252 963 264	1045299,33	0,982317333
2024	273 000 000	257 117 225	3687661,607	1,04985423
Прогнозируемый год	Прогнозируемый грузооборот			
	$\hat{Q}_i$			
2025	273 807 113,1			

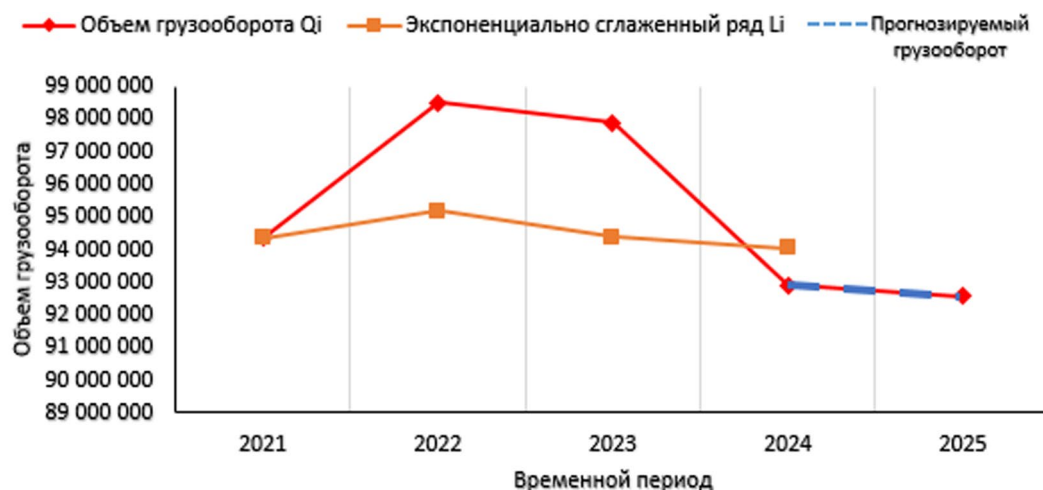


Рис. 3. Диаграмма прогнозов грузооборота Арктического бассейна на 2025 г., выполненная методом Хольта – Винтерса

Fig. 3. Cargo Turnover Forecast for the Arctic Basin in 2025 Using the Holt – Winters Method

Таблица 2

Результаты прогноза грузооборота Арктического бассейна на 2025 г., полученные методом Хольта – Винтерса

Table 2

Arctic Basin Cargo Turnover Forecast Results for 2025
Obtained Using the Holt – Winters Method

Год	Объем грузооборота	Экспоненциально сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
	Q_i	L_i		S_i
2021	94 350 000	94 350 000	0	1
2022	98 500 000	95 180 000	830000	1,034881278
2023	97 900 000	94 400 045	-779955,3299	1,03707578
2024	92 900 000	94 059 759	-340285,4262	0,987669974
Прогнозируемый год	Прогнозируемый грузооборот			
	$\hat{Q}_i$			
2025	92 563 910,3			

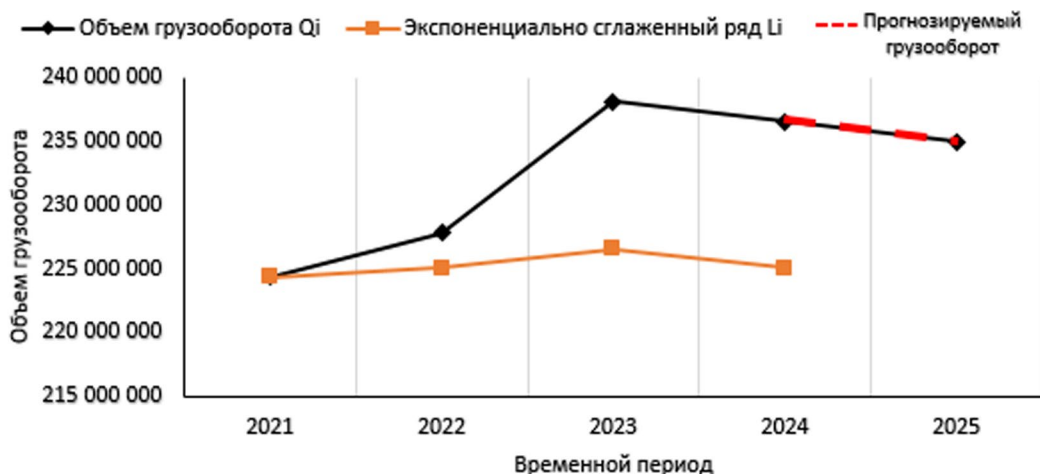


Рис. 4. Диаграмма прогнозов грузооборота Дальневосточного бассейна на 2025 г., выполненная методом Холта – Винтерса

Fig. 4. Cargo Turnover Forecast for the Far Eastern Basin in 2025 Using the Holt – Winters Method

Таблица 3

Результаты прогноза грузооборота Дальневосточного бассейна на 2025 г., полученные методом Холта – Винтерса

Table 3

**Cargo Turnover Forecast Results for the Far Eastern Basin in 2025
Obtained Using the Holt – Winters Method**

Год	Объем грузооборота	Экспоненциально сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
	Q_i	L_i	T_i	S_i
2021	224 390 000	224 390 000	0	1
2022	227 820 000	225 076 000	686000	1,012191438
2023	238 100 000	226 558 436	1482436,309	1,050942988
2024	236 500 000	225 067 999	-1490437,496	1,050793543
Прогнозируемый год	Прогнозируемый грузооборот			
	$\hat{Q}_i$			
2025	234 933 857,9			

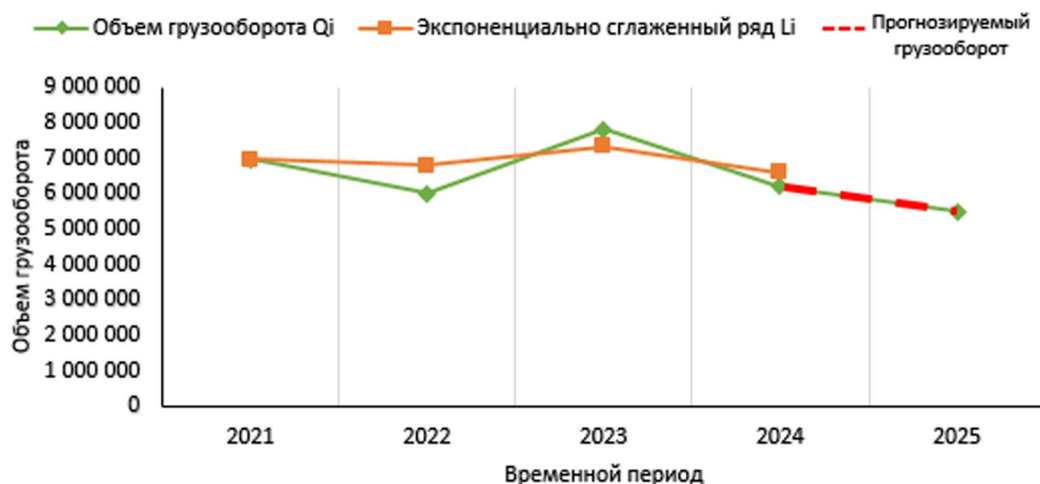


Рис. 5. Диаграмма прогнозов грузооборота Каспийского бассейна на 2025 г., выполненная методом Хольта – Винтерса
Fig. 5. Cargo Turnover Forecast for the Caspian Basin in 2025 Using the Holt – Winters Method

Таблица 4

Результаты прогноза грузооборота Каспийского бассейна на 2025 год, полученные методом Хольта – Винтерса

Table 4

**Caspian Basin Cargo Turnover Forecast Results for 2025
Obtained Using the Holt – Winters Method**

Год	Объем грузооборота	Экспоненциально сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
	Q_i	L_i		S_i
2021	6 970 000	6 970 000	0	1
2022	6 000 000	6 776 000	-194000	0,885478158
2023	7 800 000	7 337 760	561760	1,062994701
2024	6 200 000	6 587 316	-750444,3077	0,941202804
Прогнозируемый год	Прогнозируемый грузооборот			
	$\hat{Q}_i$			
2025	5 493 679,713			

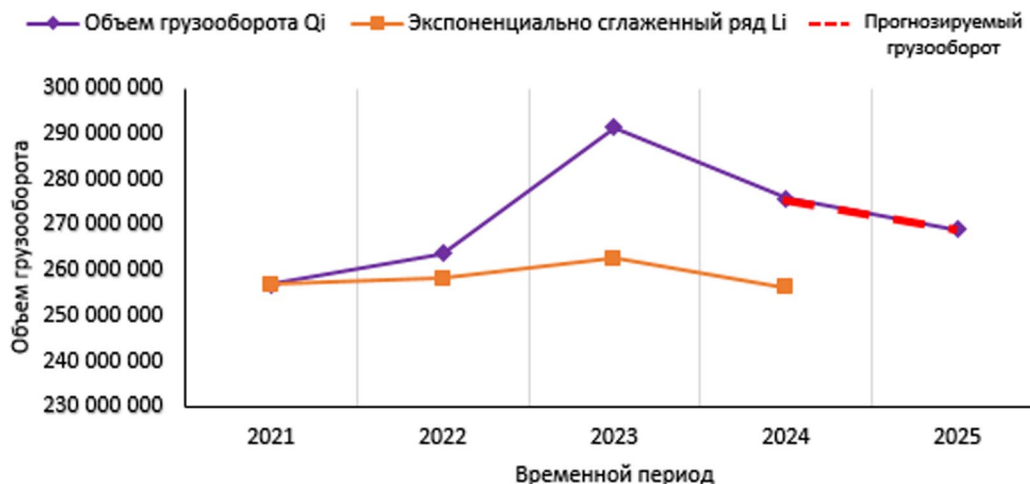


Рис. 6. Диаграмма прогнозов грузооборота Азово-Черноморского бассейна на 2025 г., выполненная методом Хольта – Винтерса
Fig. 6. Cargo Turnover Forecast for the Azov-Black Sea Basin in 2025 Using the Holt – Winters Method

Таблица 5

Результаты прогноза грузооборота Азово-Черноморского бассейна на 2025 г., полученные методом Хольта – Винтерса

Table 5

**Cargo Turnover Forecast Results for the Azov-Black Sea Basin in 2025
Obtained Using the Holt – Winters Method**

Год	Объем грузооборота	Экспоненциально сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
	Q_i	L_i	T_i	S_i
2021	256 760 000	256 760 000	0	1
2022	263 650 000	258 138 000	1378000	1,02135292
2023	291 400 000	262 469 569	4331568,898	1,110223944
2024	275 700 000	256 176 056	-6293513,342	1,076212995
Прогнозируемый год	Прогнозируемый грузооборот			
	$\hat{Q}_i$			
2025	268 926 839,2			

Для верификации результатов и повышения точности производится дополнительный прогноз с использованием встроенной функции в Excel также по пяти морским бассейнам на 2025 г., представленный на рис. 7 и в табл. 6.

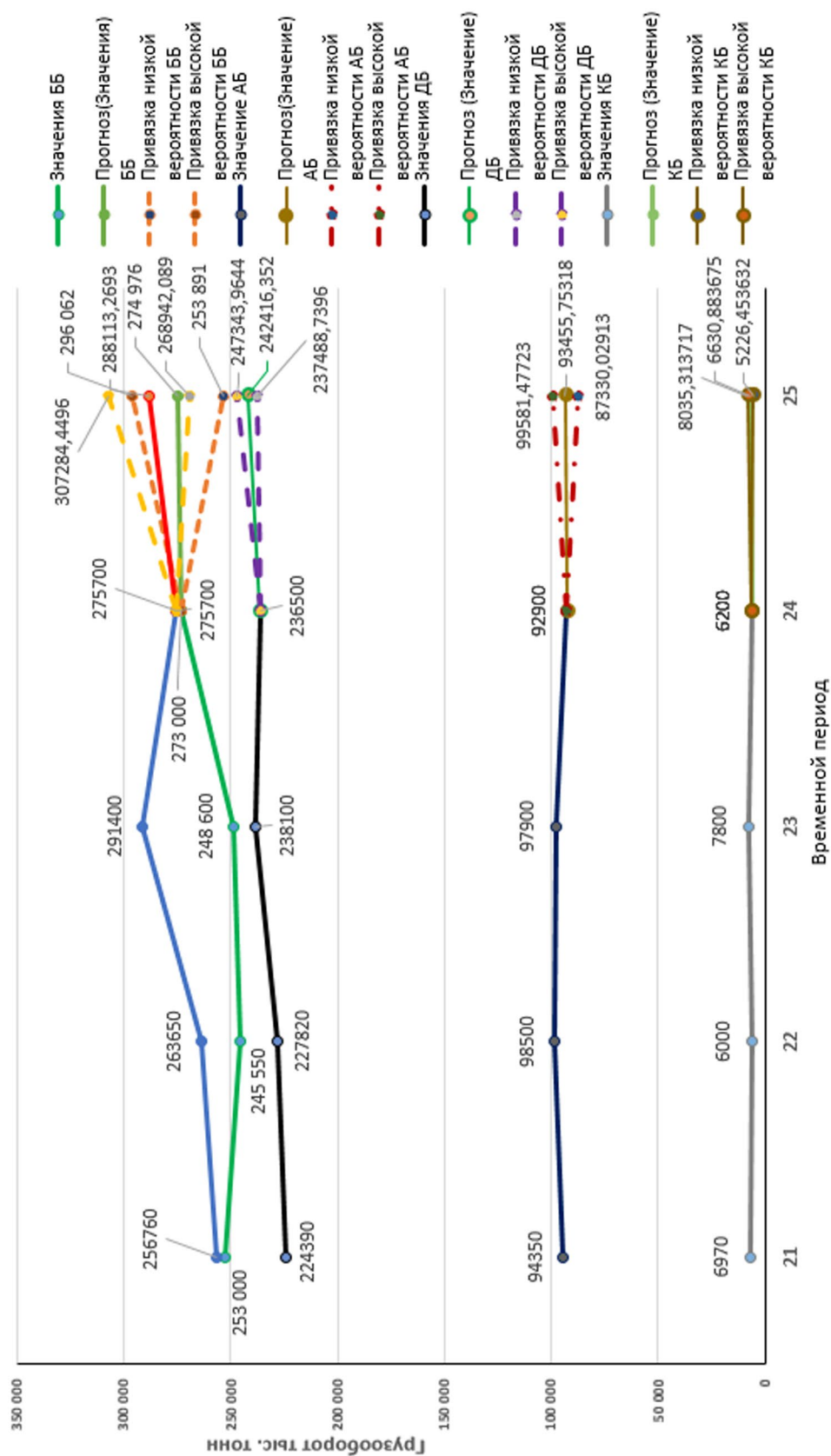


Рис. 7. Прогнозирование грузооборота морских бассейнов в 2025 г. с использованием встроенной функции предсказания в Excel

Fig. 7. Sea Basin Cargo Turnover Forecast for 2025 Using Excel's Built-in Forecast Function

Таблица 6

**Результаты прогноза грузооборота морских бассейнов на 2025 г.,
полученные с помощью встроенной функции предсказания в Excel**

Table 6

**Sea Basin Cargo Turnover Forecast Results for 2025
Obtained Using Excel's Built-in Forecast Function**

Параметры / Период	2021	2022	2023	2024	2025
Значение ББ, тыс. т	253 000	245 550	248 600	273 000	–
Прогноз (значение) ББ, тыс. т	–	–	–	273 000	274 976
Привязка низкой вероятности ББ, тыс. т	–	–	–	273 000	253 891
Привязка высокой вероятности ББ, тыс. т	–	–	–	273 000	296 062
Значение АБ, тыс. т	94 350	98 500	97 900	92 900	–
Прогноз (значение) АБ, тыс. т	–	–	–	92 900	93 455,75
Привязка низкой вероятности АБ, тыс. т	–	–	–	92 900	87 330,02
Привязка высокой вероятности АБ, тыс. т	–	–	–	92 900	99 581,47
Значение ДБ, тыс. т	224 390	227 820	238 100	236 500	–
Прогноз (значение) ДБ, тыс. т	–	–	–	236 500	242 416,35
Привязка низкой вероятности ДБ, тыс. т	–	–	–	236 500	237 488,73
Привязка высокой вероятности ДБ, тыс. т	–	–	–	236 500	246 343,96
Значение КБ, тыс. т	6 970	6 000	7 800	6 200	–
Прогноз (значение) КБ, тыс. т	–	–	–	6 200	6 630,88
Привязка низкой вероятности ДБ, тыс. т	–	–	–	6 200	5 226,45
Привязка высокой вероятности КБ, тыс. т	–	–	–	6 200	8 035,31
Значение АЧБ, тыс. т	256 760	263 650	291 400	275 700	–
Прогноз (значение) АЧБ, тыс. т	–	–	–	275 700	288 113,26
Привязка низкой вероятности АЧБ, тыс. т	–	–	–	275 700	268 942,08
Привязка высокой вероятности АЧБ, тыс. т	–	–	–	275 700	307 284,44

Прогнозирование объемов грузооборота морских бассейнов на 2025 г., выполненное с использованием встроенной функции предсказания в Excel, выявило вероятностные оценки, отражающие как потенциальный рост, так и снижение грузопотоков в различных бассейнах. Эти результаты служат индикатором общей динамики прогнозируемых параметров.

Обсуждение (Discussion)

По полученным значениям для определения точности выполненного прогноза необходимо сравнить их с фактическими параметрами грузооборота на 2025 г.² (табл. 7 и 8).

Таблица 7

Сравнения прогнозируемых и фактических параметров грузооборота по бассейнам на 2025 г., выполненная методом Хольта – Винтерса

Table 7

Comparison of Forecast and Actual Cargo Turnover Indicators by Basin for 2025 Using the Holt – Winters Method

Морские бассейны России	Прогнозируемые значения грузооборота на 2025 г.	Фактическое значения грузооборота на 2025 г.	Соответствие/ несоответствие или приближено к соответствию	Комментарий
Балтийские бассейн	273,8 млн т	271,3 млн т	Приближено к соответствию	Прогнозируемое значение полностью совпадает с фактическим
Арктический бассейн	92,5 млн т	87,1 млн т	Приближено к соответствию	Прогнозируемое значение приближено фактическому значению
Дальневосточный бассейн	234,9 млн т	252,1 млн т	Несоответствие	Прогнозируемое значение не соответствует фактическому значению, но согласно прогнозу, параметр грузооборота идет на увеличение так же, как и фактическое значение
Каспийский бассейн	5,4 млн т	8,6 млн т	Несоответствие	Прогнозируемое значение полностью не соответствует фактическому значению, так как прогнозируемое значение показывает спад грузооборота, а фактическое, наоборот, увеличение грузооборота, что означает полную прогнозируемую ошибку
Азово-Черноморский бассейн	268,9 млн т	265,4 млн т	Приближено к соответствию	Прогнозируемое значение полностью совпадает с фактическим

² Статистика // Информационно-аналитический журнал «Морские Порты». 2025. № 8(239). С. 56–63.

Таблица 8

**Сравнения прогнозируемых и фактических параметров
грузооборота по бассейнам на 2025 г.**

Table 8

Comparison of Forecast and Actual Cargo Turnover Indicators by Basin for 2025

Морские бассейны России	Прогнозируемые значения грузооборота на 2025 г.	Фактические значения грузооборота на 2025 г.	Соответствие / несоответствие или приближено к соответствию
Балтийские бассейн	В диапазоне 296, 07 млн т	271,3 млн т	Соответствие
	В диапазоне 274, 9 млн т		
	В диапазоне 253, 8 млн т		
Арктический бассейн	В диапазоне 99, 5 млн т	87,1 млн т	Приближено к соответствию
	В диапазоне 93, 4 млн т		
	В диапазоне 87, 3 млн т		
Дальневосточный бассейн	В диапазоне 247, 3 млн т	252,1 млн т	Приближено к соответствию
	В диапазоне 242,4 млн т		
	В диапазоне 237,4 млн т		
Каспийский бассейн	В диапазоне 8,1 млн т	8,6 млн т	Приближено к соответствию
	В диапазоне 6,6 млн т		
	В диапазоне 5,2 млн т		
Азово-Черноморский бассейн	В диапазоне 307,2 млн т	265,4 млн т	Приближено к соответствию
	В диапазоне 288,1 млн т		
	В диапазоне 268,9 млн т		

При сравнении рассмотренных методов прогнозирования следует отметить, что применение методов математического моделирования позволяет прогнозировать функционирование морского бассейна, выявляя потенциальные переходы роста и спада грузооборота.

Метод Хольта – Винтерса представляет интерес своей интуитивной понятностью и адаптивностью. Его структура решений прозрачна, а возможность настройки параметров α , β позволяет точно регулировать степень «жесткости» или «мягкости» прогноза, тем самым влияя на его точность. Несмотря на то, что метод прогнозирования с помощью встроенной функции предсказания Excel отличается простотой реализации, он характеризуется ограниченными возможностями программной настройки. Ее выходные данные визуализируются как диапазон прогнозируемых значений, который несмотря на вариативность, способен точно отражать фактический грузооборот.

Анализ годовых прогнозов грузооборота и сравнение предложенных методов позволяют сделать заключение, что они пригодны для практического применения прогнозирования грузооборота в различных временных диапазонах.

Заключение (Conclusion)

В результате выявленных трендов грузооборота морских бассейнов РФ необходимо обратить внимание на Балтийский, Азово-Черноморский и Дальневосточный бассейны. Согласно статистическим данным эти бассейны в период 2023–2024 гг. поддерживали высокий уровень грузооборота, что свидетельствует о потенциале дальнейшего развития.

Увеличение грузооборота морских бассейнов будет сопровождаться внутренней конкуренцией, которая зависит от различных факторов и преимуществ. Преимуществом Азово-Черноморского бассейна по сравнению с Балтийским бассейном является географическое положение. Порты Балтийского бассейна ориентированы на Европу, что создает трудности ввиду санкций и решения прибалтийских стран закрыть свои порты для прохода российских судов.

В Азово-Черноморском бассейне таких проблем нет, но существует вероятность террористических атак портов и морских судов.

Формирование новых торговых связей со странами Юго-Восточной Азии открывают перспективы для развития Дальневосточного бассейна. Еще одним перевесом в сторону стран Юга и Востока является активная модернизация Азово-Черноморских и дальневосточных портов, их инфраструктуры и производственных мощностей. Например, реализация проекта по модернизации и увеличению мощностей порта Тамань и Ванино дает предпосылки для увеличения пропускной способности данных регионов.

В контексте прогнозируемого грузооборота существующие методы демонстрируют свою значимость преимущественно в теоретическом аспекте, обеспечивая получение прогнозных значений посредством применения математических прогнозов. При этом следует отметить, что независимо от желаемого воздействия на фактический грузооборот данные методы представляют собой лишь прогностические инструменты. В первую очередь необходимо учитывать потенциальное влияние внешних факторов, таких как санкционные ограничения и иные форс-мажорные обстоятельства.

При использовании полученных прогнозных данных критически важным является регулярный анализ квартальной статистической информации. Это позволит своевременно вносить необходимые корректировки в разработанную модель прогнозирования, отслеживать изменения параметров за отчетные периоды по морским бассейнам и в итоге достигать более высокой точности прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозерцева Н. П. Тенденции и трансформации на Дальневосточном рынке контейнерных перевозок в 2022 году: особенности и противоречия / Н. П. Белозерцева, М. Е. Брылева // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика : материалы III Национальной научно-образовательной конференции : в 2 ч., Санкт-Петербург, 28 октября 2022 года. Том Часть 1. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. — С. 291–296.

2. Алимуратов М. К. Стратегические приоритеты развития структуры грузооборота морских портов России / М. К. Алимуратов, А. С. Горячева, А. Н. Курбацкий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2021. — Т. 14. — № 4. — С. 97–112. — EDN IRVQAC. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.6.

3. Гулый И. М. Структурные сдвиги в поставках грузов через порты Балтийского бассейна и долгосрочный прогноз грузооборота морских портов Северо-Запада до 2040 года / И. М. Гулый, С. Л. Шатров // Экономические науки. — 2024. — № 240. — С. 134–138. — EDN JBPVEU. DOI: 10.14451/1.240.134.

4. Комиссаров Р. С. Анализ грузооборота морских портов Арктического бассейна за 2020–2022 годы / Р. С. Комиссаров // Студенческий вестник. — 2023. — № 5–4(244). — С. 66–67.

5. Мартынов Д. В. Анализ эффективности морских портов Дальневосточного бассейна на основе стейкхолдерского подхода / Д. В. Мартынов, Л. С. Мазелис // Национальная безопасность / Nota Bene. — 2025. — № 1. — С. 20–43. — EDN BDINEE. DOI: 10.7256/2454-0668.2025.1.73011.

6. Малышенко Н. А. Анализ грузооборота и перспективы развития российских портов / Н. А. Малышенко, Н. Н. Тарасова // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта : Материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием, Владивосток, 15–16 ноября 2023 года. Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. — С. 156–162.

7. Классовская М. И. Анализ грузооборота транспортной системы Азово-Черноморского бассейна / М. И. Классовская // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. — 2022. — № 2(70). EDN BYAZAP.

8. Ботнарюк М. В. Эконометрическая модель прогноза грузооборота морских портов / М. В. Ботнарюк, Н. Н. Ксензова // Мир транспорта. — 2024. — Т. 22. — № 4(113). — С. 44–53. — EDN WRUWKB. DOI: 10.30932/1992-3252-2024-22-4-6.

9. Исследование корреляционной зависимости грузовой базы морских портов России от ключевых макроэкономических показателей / М. В. Ботнарюк, Н. Н. Ксензова, Э. Э. Субанов, А. М. Сулейманов // Эксплуатация морского транспорта. — 2024. — № 1(110). — С. 28–36. — EDN JSNUCX. DOI: 10.34046/aumsuomt110/5.

10. Голыжникова Д. Ю. Влияние транспорта и его отдельных видов на рост экономики и ВВП России / Д. Ю. Голыжникова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. — 2021. — № 8(200). — С. 19–25. — EDN FWYSLA. DOI: 10.33285/1999-6942-2021-8(200)-19-25.
11. Иванова Е. Ю. Текущее состояние и перспективы развития морских портов России / Е. Ю. Иванова // Транспортное дело России. — 2021. — № 1. — С. 158–160.
12. Ивин Е. А. Анализ состояния и перспективы развития грузопотоков через морские порты России / Е. А. Ивин, А. С. Горячева, А. Н. Курбацкий // Проблемы развития территории. — 2020. — № 2(106). — С. 62–80. — EDN ETQZXY. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.5.
13. Мартынов Д. В. Об оценке влияния функционирования морских портов на социально-экономическое развитие региона / Д. В. Мартынов // Экономика и управление. — 2025. — Т. 31. — № 11. — С. 1500–1512. — EDN KGCUXQ. DOI: 10.35854/1998-1627-2025-11-1500-1512.
14. Марченко С. С. Исследование перспектив развития грузовых морских перевозок / С. С. Марченко, Л. Э. г. Мамедова, М. Е. Гоголюхина // Modern Economy Success. — 2021. — № 5. — С. 171–177.
15. Гаврилов А. Н. Метод сокращения интервалов неопределенности при прогнозировании грузооборота морских портов / А. Н. Гаврилов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2021. — № 62–63. — С. 42–49.
16. Алексахина Л. В. Алексахина, Л. В. Моделирование и прогнозирование экономических процессов в стратегировании развития морского транспорта / Л. В. Алексахина // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2023. — № 4. — С. 221–230. — EDN WSQQAX. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.020.
17. Лукашевич Н. С. Прогнозирование продаж на основе модели Хольта-Уинтерса / Н. С. Лукашевич, Е. Р. Темиргалиев, Т. В. Баранова // Вестник Карагандинского университета. Серия: Экономика. — 2022. — Т. 108. — № 4. — С. 172–179. — EDN AVARWU. DOI: 10.31489/2022Ec4/172-179.
18. Труфанова Т. В. Способы прогнозирования курса валют на основе моделей экспоненциального сглаживания и Хольта / Т. В. Труфанова, К. Д. Нещеменко // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. — 2019. — № 87. — С. 14–17. — EDN JYMREI. DOI: 10.22250/jasu.2019.87.14-17.
19. Поздняков А. С. Применение метода Хольта-Винтерса при анализе и прогнозировании динамики временных рядов / А. С. Поздняков // Проблемы организации и управления на транспорте : Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и их научных руководителей (материалы межвузовской научно-практической конференции), Екатеринбург, 03 ноября 2016 года Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2017. — С. 57–64.

REFERENCES

1. Belozertseva, N. P. and M. E. Bryleva. “Trends and transformations in the far eastern container transportation market in 2022: features and contradictions.” *Logistika: forsayt-issledovaniya, professiya, praktika : materialy III Natsional'noy nauchno-obrazovatel'noy konferentsii : v 2 ch., Sankt-Peterburg, 28 oktyabrya 2022 goda. Tom Chast' 1.* Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy ekonomicheskii universitet, 2022: 291–296.
2. Alimuradov, M. K., A. S. Goryacheva and A. N. Kurbatskiy. “Strategic Priorities for the Russian Seaports Cargo Turnover Structure Development.” *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast* 14.4 (2021): 97–112. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.6.
3. Gulyy, I. M. and S. L. Shatrov. “Structural shifts in cargo shipments through the ports of the baltic basin and the long-term forecast of cargo turnover at seaports in the northwest until 2040.” *Economic Sciences* 240 (2024): 134–138. DOI: 10.14451/1.240.134.
4. Komissarov, R. S. “Analiz gruzooborota morskikh portov Arkticheskogo basseyna za 2020-2022 gody.” *Studencheskiy vestnik* 5-4(244) (2023): 66–67.
5. Martynov, D. V. and L. S. Mazelis. “Analysis of the effectiveness of seaports in the far eastern basin based on a stakeholder approach.” *National Security / Nota Bene* 1 (2025): 20–43. DOI: 10.7256/2454-0668.2025.1.73011.
6. Malysenko, N. A. and N. N. Tarasova. “Analysis of cargo turnover and development prospects of russian ports.” *Aktual'nye problemy razvitiya sudokhodstva i transporta : Materialy Natsional'noy nauchno-tehnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Vladivostok, 15–16 noyabrya 2023 goda.* Vladivostok: Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy tekhnicheskii rybokhozyaystvennyy universitet, 2023: 156–162.
7. Klassovskaya, M. I. “Analysis of the cargo turnover of the transport system of the Azov-Black Sea basin.” *Regional Economy and Management: Electronic Scientific Journal* 2(70) (2022).

8. Botnaryuk, M. V. and N. N. Ksenzova. "Econometric model for forecasting cargo turnover at seaports." *World of Transport and Transportation* 22.4(113) (2024): 44–53. DOI: 10.30932/1992-3252-2024-22-4-6.
9. Botnaryuk, M. V., N. N. Ksenzova, E. E. Subanov and A. M. Suleymanov. "Research of correlation dependence of the Russian sea ports cargo base from key macroeconomic indicators." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 1(110) (2024): 28–36. DOI: 10.34046/aumsuomt110/5.
10. Golyzhnikova, D. Yu. "The impact of transport and its individual types on the growth of the russian economy and gross domestic product (gdp)." *Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex* 8(200) (2021): 19–25. DOI: 10.33285/1999-6942-2021-8(200)-19-25.
11. Ivanova, E. Yu. "Current state and prospects for the development of Russian seaports ." *Transport Business in Russia* 1 (2021): 158–160.
12. Ivin, E. A., A. S. Goryacheva and A. N. Kurbatskiy. "State analysis and development prospects of cargo traffic through the sea ports of russia." *Problems of Territory's Development* 2(106) (2020): 62–80. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.5.
13. Martynov, D. V. "Assessing the impact of seaport functionality on the socioeconomic development of a region." *Economics and Management* 31.11 (2025): 1500–1512. DOI: 10.35854/1998-1627-2025-11-1500-1512.
14. Marchenko, S. S., L. E. g. Mamedova and M. E. Gogolyukhina. "Research of prospects for the development of cargo sea transportation." *Modern Economy Success* 5 (2021): 171–177.
15. Gavrilov, A. N. "Metod sokrascheniya intervalov neopredelennosti pri prognozirovanii gruzooborota morskikh portov." *Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping* 62-63 (2021): 42–49.
16. Aleksakhina, L. V. "Modeling and forecasting of economic processes in the strategic development of maritime transport." *Bulletin of The Kerch State Marine Technological University* 4 (2023): 221–230. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.020.
17. Lukashevich, N. S., E. R. Temirgaliev and T. V. Baranova. "Sales projection based on model of holt-winters." *Bulletin of Karaganda University. Economy Series* 108.4 (2022): 172–179. DOI: 10.31489/2022Ec4/172-179.
18. Trufanova, T. V. and K. D. Neschemenko. "Sposoby prognozirovaniya kursa valyut na osnove modeley eksponentsial'nogo sglazhivaniya i Khol'ta." *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i ekonomicheskie nauki* 87 (2019): 14–17. DOI: 10.22250/jasu.2019.87.14-17.
19. Pozdnyakov, A. S. "Primenenie metoda Khol'ta-Vintersa pri analize i prognozirovanii dinamiki vremennykh ryadov." *Problemy organizatsii i upravleniya na transporte : Sbornik nauchnykh trudov studentov, magistrantov, aspirantov, molodykh uchenykh i ikh nauchnykh rukovoditeley (materialy mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii), Ekaterinburg, 03 noyabrya 2016 goda* Ekaterinburg: Ural'skiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya, 2017: 57–64.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зуб Игорь Васильевич —

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация,
Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
e-mail: zubiv@gumrf.ru

Фомичев Станислав Алексеевич —

инженер 3-й категории,
ООО «АКВАМАРИНПРОЕКТ»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
Гапсальская ул., д. 3 литер а, помещ. №409
e-mail: stas12-02@mail.ru

Фомичев Владимир Алексеевич —

инженер 3-й категории,
ООО «АКВАМАРИНПРОЕКТ»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
Гапсальская ул., д. 3 литер а, помещ. №409
e-mail: voval2.02@list.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zub, Igor V. —

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping,
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg,
198035, Russian Federation
e-mail: zubiv@gumrf.ru.

Fomichev, Stanislav A. —

3rd category Engineer
LLC "AQUAMARINEPROJECT"
Room 409, 3 letter A, Gapsalskaya Str., St. Petersburg,
198035, Russian Federation
e-mail: stas12-02@mail.ru

Fomichev, Vladimir A. —

3rd category Engineer
LLC "AQUAMARINEPROJECT"
Room 409, 3 letter A, Gapsalskaya Str., St. Petersburg,
198035, Russian Federation
e-mail: voval2.02@list.ru

Статья поступила в редакцию 16 февраля 2026 г.
Received: Feb. 16, 2026.