

3. Григорьев М.Н. Задачи развития Северного морского пути как составной части комплексной транспортной системы арктической зоны России // Научные труды ВЭО России. – 2021. – том, - С. 110-132
4. Елисеев Д.О., Наумова Ю.В. Моделирование транзитных перевозок по Северному морскому пути в условиях климатических изменений // Журнал: Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 2. // Заголовок с экрана: <https://ecfor.ru/publication/tranzitnye-perevozki-po-severnomu-morskому-puti/>
5. Першина Л.А., Астреина Л.Б., Штырхунова Н.А. Сравнительная логистическая оценка грузопотоков по Северному морскому транспортному коридору и через Суэцкий канал: материалы национальной научно-практической конференции 16-17 ноября 2023 года. Ч 1. – Новороссийск: РИО ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2024. – С. 45-48.
6. Астреина Л.Б., Першина Л.А., Штырхунова Н.А. Общие сведения о системе WEATHER ROUTING в приложении LUCKGRIB для погодной маршрутизации // Эксплуатация морского транспорта. – 2023. – № 1 (106). – С. 101-106
7. Першина Л.А., Астреина Л.Б. Выбор маршрута судна на основе погодных условий // Эксплуатация морского транспорта. – 2019. – № 2 (91). – С. 30-38.
8. Windy. Карты и прогноз погоды. // [Электронный ресурс]. – Заголовок с экрана: <https://www.windy.com/?73.102,61.515,5>
9. Обзорные карты ледового покрова Северного Ледовитого океана. // [Электронный ресурс]. – Заголовок с экрана: http://old.aari.ru/odata/_d0015.php
10. Тульчинский Ю.И. Описание прикладной программы по определению и прогнозу поведения судна на волнении. – Новороссийск: НГМА, 2003. – 68 с.
1. Severnyj morskoy tranzitnyj koridor zadachi i perspektivy // Zagolovok s ekrana: <https://www.russtable.ru/other/cmtk.pdf>
2. Associaciya morskikh togovykh portov Ros-sii. Gruzooborot portov Rossii. // Zagolovok s ekrana: <https://www.morport.com/rus/news/gruzooborot-morskikh-portov-rossii>
3. Grigor'ev M.N. Zadachi razvitiya Severnogo morskogo puti kak sostavnoj chasti kompleksnoj transportnoj sistemy arkticheskoy zony rossii // Nauchnye trudy VEO Rossii. – 2021. – том, - С. 110-132
4. Eliseev D.O., Naumova YU.V. Modelirovanie tranzitnyh perevozok po Severnomu morskому puti v usloviyah klimaticheskikh izmene-nij // Zhurnal: Problemy prognozirovaniya. – 2021. – № 2. // Zagolovok s ekrana: <https://ecfor.ru/publication/tranzitnye-perevozki-po-severnomu-morskому-puti/>
5. Pershina L.A., Astreina L.B., SHtyrhunova N.A. Sravnitel'naya logisticheskaya ocenka gruzopotokov po Severnomu morskому transportnomu koridoru i cherez Sueckij kanal: materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii 16-17 noyabrya 2023 goda. CH 1. – Novorossiysk: RIO GMU im. adm. F.F. Ushakova, 2024. – С. 45-48.
6. Astreina L.B., Pershina L.A., SHtyrhunova N.A. Obshchie svedeniya o sisteme WEATHER ROUTING v prilozhenii LUCKGRIB dlya po-godnoj marshrutizacii // Ekspluatatsiya mor-skogo transporta. – 2023. – № 1 (106). – С. 101-106
7. Pershina L.A., Astreina L.B. Vybora marshru-ta sudna na osnove pogodnykh uslovij // Eks-pluatatsiya mor-skogo transporta. – 2019. – № 2 (91). – С. 30-38.
8. Windy. Karty i prognoz pogo-dy. // [Elektronnyy resurs]. – Zagolovok s ekrana: <https://www.windy.com/?73.102,61.515,5>
9. Obzomye karty ledovogo pokrova Severnogo Ledovitogo okeana. // [Elektronnyy resurs]. – Zagolovok s ekrana: http://old.aari.ru/odata/_d0015.php
10. Tul'chinskij YU.I. Opisaniye prikladnoy pro-grammy po opredeleniyu i prognozu povede-niya sudna na volnenii. – Novorossiysk: NGMA, 2003. – 68 s

Reference

УДК 612.123.57.014.21

DOI: 10.34046/aumsuomt113/13

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГРУЗОПОТОКОВ МОРСКОГО ПОРТА. ХАРАКТЕР ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ ГРУЗОВ

А.П. Шрамко, кандидат экономических наук, доцент

Л.В. Осипенко, старший научный сотрудник

Предложенный механизм использования временных рядов, при прогнозировании грузопотоков морского порта, с учетом сезонности, позволяет получить объективную информацию, необходимую для вычисления характеристик качества исследуемых систем. Результаты прогнозирования представляют собой переменные, которые по своему содержанию совпадают с оценкой математических ожиданий, статистическими вероятностями, дисперсиями и оценкой корреляционных моментов.

Ключевые слова: временные ряды; морской порт; статистическая вероятность; грузопоток; морские порты; проектирование; анализ внешней среды; экономический анализ; стоимость перевозки; характеристики транспортных средств.

FORECASTING OF SEAPORT CARGO FLOWS. THE NATURE OF TIME SERIES FOR VARIOUS CATEGORIES OF CARGO

A.P. Shramko, L.V. Osipenko

The proposed mechanism for using time series in forecasting seaport cargo flows, taking into account seasonality, allows us to obtain objective information necessary to calculate the quality characteristics of the studied systems. The results of forecasting are variables that, in their content, coincide with the assessment of mathematical expectations, statistical probabilities, variances and the assessment of correlation moments.

Keywords: time series; seaport; statistical probability; cargo flow; seaports; design; environmental analysis; economic analysis; cost of transportation; characteristics of vehicles.

Постановка проблемы: Планирование развития портов должно основываться на тщательном анализе внешней среды, в которой они функционируют. Изменения, происходящие в которой, оказывают непосредственное влияние на требования к портовой инфраструктуре и организационной структуре. В связи с этим актуальным становится анализ и формализация механизмов, лежащих в основе организации отдельных элементов внешней среды влияющих на анализ и прогнозирование грузопотоков.

В соответствии с информацией [9,10] всего за I полугодие 2024 года перевезено российских грузов через морские порты России, стран Балтии, Грузии и Финляндии 454,55 млн. т, что на 3,5% меньше по сравнению с I полугодием 2023 года, из них сухогрузов - 224,97 млн. т (-3,7%), наливных - 229,58 млн. т (-3,4%). Объем перевозок грузов через морские порты России составил 448,6 млн. т (-3,1%), в том числе сухогрузов -

219,9 млн. т (-2,7%), наливных - 228,7 млн. т (-3,5%). Внешнеторговых грузов перевезено 409,77 млн. т (-2,2%) (табл. 1).

Грузооборот морских портов показал отрицательную динамику по экспорту и каботажу. В то же время по импорту и транзиту - положительная динамика. Доля экспортных грузов составляет 79,1% от общего грузооборота портов, импортных - 4,6%, транзитных - 7,6%, каботажных - 8,7%. Доля Арктического бассейна от общего грузооборота составила 10,5%, Балтийского - 31,3%, Азово-Черноморского - 31,2%, Каспийского - 1,0% и Дальневосточного - 26,9%. Если рассматривать по бассейнам, то в Арктическом бассейне через морские порты перегружено 47,16 млн. т (-4,7%), в Балтийском - 140,26 млн. т (+1,3%), в Азово-Черноморском - 139,9 млн. т (-8,0%), в Каспийском - 4,41 млн. т (+23,4%), в Дальневосточном - 116,86 млн. т (-2,1%) (табл. 1).

Таблица 1 – Перевалка грузов через Российские морские порты за I-е полугодие 2024 года [9]

Порты России	Полугодие 2023 г	Полугодие 2024 г	2024/2023 гг. %	± млн.т.
Сухогрузы	225,94	219,90	97,5	-6,04
Наливные	236,98	228,70	96,5	-8,28
Внешнеторговые	418,90	409,77	97,8	-9,13
Сухогрузные	203,54	199,39	98,0	-4,15
Наливные	215,36	210,38	97,7	-4,98
ВСЕГО	462,92	446,60	96,9	-14,32

Приведенные данные отражают тенденцию общего снижения темпов экономического развития, что отражается на объемах морских международных грузопотоков.

Благодаря своевременному развитию инфраструктуры морских портов сохраняется стабильный рост грузооборота на уровне 3-8% в год. За последние 10 лет перевалка грузов увеличилась в 1,5 раза (2004 г. — 135,8 млн. тонн, 2014 г. — 623,6 млн. тонн, 2023 г. — 883,8 млн. тонн).

Судами под российским флагом по итогам 2023 года перевезено более 33 млн. тонн грузов, что на 15% больше к уровню 2022 года. Объем пе-

ревозок внутренним водным транспортом составил более 109 млн. тонн (2022 г. — 116,4 млн. тонн), а объем погрузочно-разгрузочных работ в речных портах достиг почти 126 млн. тонн [10].

Все приведенные рассуждения позволяют сделать вывод, что для обоснованного выбора способа грузообработки в портах необходим предварительный анализ состава грузопотока. Для сравнения отобранных вариантов целесообразно определить трудоемкость и производительность применяемых способов грузообработки, учитывая номенклатуру грузов. Сведения по численности персонала, занятого на грузовых опера-

циях, и по скоростям погрузки могут быть получены в результате анализа технологических карт на погрузочно-разгрузочные работы, составляемых в портах практически на каждый вид проходящего через терминалы порта груза. Корректировку, полученных, таким образом данных, следует провести с помощью замеров, выполненных в ходе грузовых работ на терминалах специализирующихся на различных категориях грузов.

Следует отметить, что в дальнейшем будет использован термин «грузовой комплекс» взамен традиционного названия «грузовые устройства». Необходимость введения нового термина вызвана тем, что под судовым грузовым устройством обычно понимают набор механизмов и приспособлений, используемых для перемещения груза между причалом и судном. При такой постановке вопроса из рассмотрения автоматически выпадают многие детали оборудования грузового комплекса, существенно влияющего на ход грузовых работ. В данном случае под грузовым комплексом судна понимается совокупность грузовых устройств, устройств для распределения груза по всему пространству грузового помещения, приспособлений для крепления груза в походном положении.

Если рассматривать временной ряд, как собранный в разные моменты времени статистический материал, в котором обобщены базовые параметры исследуемого процесса, где единица статистического материала называется измерением или отсчётом. Допускается трактовка этого измерения уравниванием на исследуемый, в совокупности с ним момент времени.

Основная часть. Для каждого отдельного порта номенклатура грузов обычно достаточно многочисленна. Сбор статистической информации о количестве груза данного вида, проходящего через порт за некоторый промежуток времени, весьма трудоемок. Еще более затруднительны попытки прогнозировать грузопотоки на будущее, поскольку на интенсивность грузопотоков оказывают влияние самые различные факторы вплоть до современных внешнеполитических реалий.

Тем не менее, только зная структуру грузопотока на линии, можно обоснованно выбрать состав грузового устройства и технологического оборудования. Недооценка этого обстоятельства может привести к ошибочным решениям и созданию неконкурентоспособных или просто нерентабельных проектов по обеспечению бесперебойного грузопотока.

Очевидно, что понятие «прогнозирование условий эксплуатации порта» включает анализ таких характеристик технологических линий, на которой предполагается обработка судов, как глубина акватории, возможность подхода к причалам, потенциал грузового оборудования порта и т. п. Однако для конкретной технологической линии все эти показатели можно считать постоянными и известными. В последние годы появился еще один фактор, который необходимо учитывать при эксплуатации узлов и элементов грузового комплекса терминала порта – обычаи порта и требования администрации, причем эти требования относятся к вопросам безопасности и технологии проведения грузовых работ в порту и на судах. Все чаще появляются требования непосредственно к самим грузовым устройствам. Так, во многих отечественных и зарубежных портах неохотно принимают к обработке суда, на которых для перемещения грузов массой около 20 т применяют различные варианты совместной работы легких стрел. Предпочтение отдается кранам и механизированным стрелам соответствующей грузоподъемности. Такие требования к грузовым комплексам подвержены изменениям с течением времени. Однако изменения связаны с развитием технологических процессов грузообработки, и, следовательно, их можно предвидеть в процессе проектирования и эксплуатации судна.

Вместе с тем одним из решающих факторов, обеспечивающих успешную загрузку и разгрузку судов, является производительность труда персонала порта, грузо-подъемного оборудования, современные формы технологического процесса.

Наибольшее влияние на выбор судовых грузовых устройств и других элементов грузового комплекса оказывают характеристики перевозимого груза, поэтому особое внимание должно быть обращено на прогнозирование количественного и качественного состава грузопотоков.

Прогнозирование принципиально возможно на различных уровнях — для страны в целом (объем экспорта и импорта), для отдельного бассейна, порта, конкретной линии транспортировки. Выбор соответствующего уровня определяется целями прогнозирования.

Если использовать принятые в теории массового обслуживания обозначения, то условие правильного выбора элементов, обслуживающих транспортную систему, можно записать следующим образом:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \quad (1)$$

где λ — интенсивность потока требований (в нашем случае это количество грузов, подлежащих перевозке, поступающих в некоторый промежуток времени); μ — интенсивность выполнения заявок, т. е. количество грузов, обрабатываемых за то же время.

Интенсивность выполнения заявок определяется количеством обслуживающих устройств и скоростью работы каждого из них. Оценить эту величину для системы, в которой обслуживающими приборами являются комплекты грузового устройства судна, можно по технологическим картам на выполнение грузовых работ, имеющимся в каждом порту. Задача прогнозирования грузопотоков состоит в определении интенсивности потока требований, которая будет существовать во время эксплуатации судна.

В процессе моделирования работы системы весь поток требований должен быть распределен между обслуживающими приборами. Для грузов, проходящих через порт, в качестве обслуживающих приборов следует принимать, по-видимому, отдельные суда. В такой постановке можно решать задачу определения перспективных типов судов для фрахта тонножа.

Для выбора состава грузового комплекса отдельного грузового района порта более целесообразно в качестве входящего потока требований рассматривать грузы, перевозимые на линии, для которой специализируется терминал. В такой постановке задачи обслуживающими приборами оказываются грузовые комплексы, что дает возможность обоснованно выбирать число и характеристики устройств, входящих в технологический комплекс порта, на основе статистической группировки, одной из основных задач которой является установление взаимосвязи и взаимозависимости между изучаемыми явлениями и их признаками.

В любом случае основой для выполнения прогноза должны быть статистические данные, полученные за несколько лет до момента составления прогноза и расположенные в порядке их наблюдений на равноотстоящих точках временной оси. Такая последовательность наблюдений, упорядоченная во времени, по определению является временным рядом, поэтому к исследованию грузопотоков применимы методы статистического анализа временных рядов. Общая математическая модель, которых можно записать в виде [2-4]:

$$y_t = f(t) + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Здесь детерминированная последовательность $\{f(t)\}$ является систематической составляющей — сигналом, а случайная последовательность $\{u_t\}$ показывает отклонение наблюдаемых величин от систематической составляющей. Ее принято называть шумом. Случайная последовательность $\{u_t\}$ подчиняется некоторому вероятностному закону. Предполагается, что при повторении наблюдений функция $f(t)$ не меняется, а случайные составляющие оказываются различными.

В процессе сбора статистических данных для формирования последовательности $\{y(t)\}$ основным источником информации могут служить ежегодная статистическая информация порта по грузообороту. Данные об интенсивности и структуре грузопотока в обратном направлении могут быть также получены по статистической отчетности порта. Однако более подробные сведения, включающие данные о наличии в грузопотоке грузов, опасных для судна или находящихся на нем людей, о возможной несовместности грузов и замечания о результатах комбинированной перевозки разных грузов могут быть получены из отчетности грузовых районов порта. Следует отметить, что этот путь более трудоемок, поскольку придется анализировать значительный объем информации за длительный промежуток времени.

Чтобы обоснованно выбрать состав грузового комплекса терминала, необходимо оценить характеристики грузопотока, которые будут существовать на начальном этапе его эксплуатации. При определении периода, на который следует выполнять прогноз, справедливо предположить, что через 8-10 лет после начала эксплуатации оборудование пойдет на капитальный ремонт и в составе грузового оснащения терминала можно будет произвести существенные модернизационные изменения. Следовательно, целесообразно прогнозировать грузопотоки на период в 5-6 лет с момента предполагаемого ввода терминала в эксплуатацию.

Процедура прогнозирования грузопотока существенно зависит от свойств временного ряда, аппроксимирующего грузопоток. Так, в зависимости от соотношения величин сигнала и шума временные ряды принято делить на стабильные и нестабильные.

В качестве оценки относительной величины шума рекомендуется [2, 6] использовать отношение 50 %-го интервала прогнозирования (доверительному интервалу к среднему значению прогнозируемой величины, полученному по результатам измерений,

$$N = \frac{t_c \sqrt{\sigma'^2 (n+1)/(n-2)}}{B} \quad (3)$$

где n - число точек по временному ряду; σ'^2 - дисперсия прогнозируемой величины; t_c - переменная с t - распределением Стьюдента с $n-2$ степенями свободы; B — среднее значение измеряемой величины.

При выборе значения N , которое будет служить границей между стабильными и нестабильными временными рядами, необходимо учитывать два противоречивых фактора. С одной стороны, чем меньшим будет принят этот интервал, тем более точным окажется прогноз, поскольку в рассмотрение попадут только весьма устойчивые временные ряды. С другой стороны, назначение большего N позволяет выполнить прогноз для значительно большего числа временных рядов по сравнительно простой методике прогнозирования. Для прогнозирования нестабильных временных рядов необходимы в общем случае более сложные приемы.

В исследовании, выполненном с целью прогнозирования объема различных грузов по внешнеторговому обороту, в качестве компромиссного решения было принято $N=80$ %. При этом число временных рядов, отнесенных к нестабильным, оказалось незначительным. Дополнительно прогноз, сделанный по временному ряду из шести точек, соотнесли с действительной величиной. В среднем ошибка не превысила 40 %.

Следует отметить, что точная номенклатура грузов, образующих грузопоток, не представляет особого значения. В связи с этим в процессе прогнозирования целесообразно объединять в один временной ряд грузы различных категорий, если технология их грузообработки идентична. Помимо уменьшения объема вычислительных операций такое объединение может дать еще один полезный результат — свести поток к цепи Маркова, где моделирование с конечным числом состояний сводится по существу к моделированию произвольных, случайных величин, заданных в одном и том же вероятностном пространстве, равномерно распределенных в интервале от (0 до 1). Таким образом, все разнообразие зависимостей между случайными величинами можно описать функциями:

$$f_n(x_1, \dots, x_{n-1}, y) \quad \text{В данном случае зависимость между случайными величинами } x_1, \dots, x_2$$

$$\dots, x_n \text{ называется марковской если: [2,5]} \\ f_3(x_1, x_2, y) = f_3(x_2, y), \dots, f_n(x_1, \dots, x_{n-1}, y) = f_n(x_{n-1}, y), \dots \quad (4)$$

В прикладных задачах принято рассматривать пуассоновские (простейшие) потоки, представляющие собой разновидность цепей Маркова. Предлагаемое объединение грузопотоков по характеру выполнения грузовых работ представляет суммирование случайных потоков. Такое суммирование во многих случаях дает в результате поток, который по своим свойствам приближается к пуассоновскому.

Для проверки соответствия полученного потока пуассоновскому можно использовать следующую процедуру. Временной интервал в 1 год разделить на интервалы по 10 суток и, используя статистическую отчетность порта, определить объем грузов, входящих в суммарный грузопоток, которые прошли через порт в каждый такой промежуток времени. После этого группируют по декадным отрезки, в которых количество проходящих грузов примерно одинаково. Для упрощения вычислений целесообразно диапазон, в пределах которого меняется объем грузов, проходящих в отдельный отрезок времени, разбить на m промежутков и округлить действительные значения до ближайших больших, (можно принять $m=10 \div 15$). Минимальное ненулевое количество грузов в таком промежутке принимается за единицу. Соответственно, объем груза в остальных промежутках будет выражен целыми числами или равен нулю.

Математическое ожидание количества груза, приходящего в порт для отправки в течение 10 суток,

$$\bar{a} = \left(\sum_{i=1}^m a_i n_i \right) / \sum n_i \quad (5)$$

где a_i - объем груза, заданный в условных единицах, в i -м интервале; n_i — число интервалов, в которых зарегистрирован данный объем; — число интервалов, на которых выполнялись замеры (в нашем случае $\sum n_i = 73$).

Используя найденные значения $\bar{a}$ в качестве параметра, можно определить вероятность поступления в данный промежуток времени t

равно a_s условных единиц груза в предположении пуассоновского распределения:

$$P_{a_s}(t) = \frac{(\bar{a}t)^{a_s}}{a_s} e^{-\bar{a}t} \quad (5)$$

Далее для каждого значения a в принятом делении определяется математическое ожидание числа интервалов времени, в течение которых в порт поступит данное количество грузов n_T . Вычисления по предложенной схеме удобно производить в табличной форме, а именно:

Таблица 2 – Проверка соответствия действительного распределения входящего потока грузов распределению Пуассона

Количество грузов в интервале времени $t = 5$ сут	Число интервалов с одинаковым количеством груза (n_i)	Вероятность количества груза в интервал {пуассоновское распределение}	Математическое ожидание числа интервалов с заданным количеством груза (n_T)
0	-	-	-
1	-	-	-
....	-	-	-

a_i	-	-	-
....	-	-	-
m	-	-	-
Сумма	73	1,0	

Для обоснования вывода о том, что полученный в результате суммирования отдельных грузопотоков временной ряд с достаточной вероятностью описывается полученным пуассоновским распределением, определяем величину χ^2

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{73} \frac{(n_i - n_T)^2}{n_T} \quad (6)$$

Соответствие экспериментального распределения теоретическому оценивают с использованием справочных таблиц [3], в которых приведены значения квантилей $X_{1-\alpha}^I(\omega)$ в зависимости от числа степеней свободы ω и вероятности α . В данном случае число степеней свободы вычисляется по формуле $\omega = m - 2_w$, где m — число интервалов.

Для сравнения точных и приближенных значений приведем следующую таблицу случайных чисел

	0	1	2	3	4	5
$P_m(np)$	0,1353	0,2707	0,2707	0,1805	0,0902	0,0361
$P_{10}(m)$	0,1074	0,2684	0,3020	0,2013	0,0880	0,0264
$P_{100}(m)$	0,1326	0,2707	0,2734	0,1823	0,0902	0,0353

При $n = 10$ вероятности $P_{100}(m)$ вычислены для $p = 1/5$, а затем при $n = 100$ для $p = 1/50$. Если мало значение q , то для пуассоновского приближения можно воспользоваться для числа неудач.

Выводы и заключение: Точность прогноза, которая может быть достигнута при использовании предложенного подхода, зависит от относительной величины шума в статистических данных и действительного характера изменения объема перевозимого груза во времени. Прогноз нельзя считать достоверным, если временной ряд не соответствует линейной или постоянной модели, или если статистические данные включают значительный шум.

В основе функционирования рассматриваемых подходов лежит прогнозное начало, например, предполагаемый объем суточного грузооборота, на который существенное влияние оказы-

вают различные случайные факторы: отказ системы, отказ оборудования, являющейся основным технологическим звеном, неплановые задания и т.д. результатом воздействия этих случайных факторов является не только сдвиг начала решения задач или обслуживания работы порта. Следовательно, процесс обслуживания системой различных потоков требований в общем случае можно считать стохастическими, а саму систему (морской порт) – многоканальной, многофазной системой массового обслуживания. Рассматриваемые подходы относятся к числу сложных систем, что определяется, как сложностью структуры и связей между элементами системы, так и многообразием, сложностью процесса их функционирования, в ходе которого реализуются заданные алгоритмы. Кроме того, - это агрегированные системы, так как они могут быть расчленены (в общем случае неоднозначно) на элементы, каждый из которого представляет собой технологическую схему, согласно организационной структуре порта

Литература:

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976.
2. Коваленко И.Н., Филиппова А.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1982.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения, теоремы и формулы: Пер с англ. – М.: Наука, 1968. – 831 с.
4. Шрамко А.П. Прогнозирование элементов перевозочного процесса с использованием статистических моделей / А.П. Шрамко // Труд и социальные отношения. – 2013. – Т.24. – №10. – С. 36-41.
5. Кузнецов, А.Л. Порто-ориентированная логистика: монография / А.Л. Кузнецов, А.В. Кириченко, О.В. Соляков, А.Д. Семенов. – М.: Моркнига, 2021. – 245 с. – ISBN 978-5-903090-65-5.
6. Cornelius P., Van de Putte A., Romani M. Three decades of scenario planning in Shell // California management review. – 2005. – Т. 48. – № 1. – С. 92-109.
7. UNCTAD. Port development. A handbook for planners in developing countries. – New York, USA: UNCTAD. – 1985. – 243 p.
8. Thoresen C.A. et al. Port designer's handbook. — London, UK: ICE Publishing, - 2014. - 607 p.
9. Морские порты № 6 (227) 2024 г.
10. Морские вести № 9 2024 г.

Reference

1. Anderson T. Statisticheskij analiz vremennyh ryadov. M.: Mir, 1976.
2. Kovalenko I.N., Filippova A.A. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: Ucheb. posobie. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Vysshaya shkola, 1982.
3. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlya nauchnyh rabotnikov i inzhenerov: Opredeleniya, teoremy i formuly: Per s angl. M.: Nauka, 1968., 831 s.
4. SHramko A.P. Prognozirovanie elementov perevoznogo processa s ispol'zovaniem statisticheskikh modelej / A.P. SHramko // Trud i social'nye otnosheniya. 2013. T.24. №10. S. 36-41.
5. Kuznecov, A.L. Porto-orientirovannaya logistika: monografiya / A.L. Kuznecov, A.V. Kirichenko, O.V. Solyakov, A.D. Semenov. // - M.: Morkniga, 2021. - 245 s. - ISBN 978-5-903090-65-5.
6. Cornelius P., Van de Putte A., Romani M. Three decades of scenario planning in Shell // California management review. - 2005. - T. 48. - № 1. - С. 92-109.
7. UNCTAD. Port development. A handbook for planners in developing countries. - New York, USA: UNCTAD. - 1985. - 243 p.
8. Thoresen C.A. et al. Port designer's handbook. — London, UK: ICE Publishing, - 2014. - 607 p.
9. Morskije porty № 6 (227) 2024 g.
10. Morskije vesti № 9 2024 g.