

МЕТОДЫ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ФРАХТОВОГО РЫНКА

А. Н. Ситов¹, А. Л. Кузнецов¹, Я. А. Сперанская²

¹ ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² ФАУ «Российский морской регистр судоходства»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В работе выполнено исследование модели рынка судоходства как высокодинамической системы, подверженной воздействию множества внешних факторов, к которым относятся как длительные факторы, такие как общие тенденции развития мировой экономики и глобальной торговли, технологические изменения в сфере морских перевозок, глубинные циклы трансформации конъюнктуры и структуры рынка в рамках международных производственно-сбытовых цепочек с участием морского транспорта, так и кратковременные проявления кризисных финансово-экономических явлений, геополитических конфликтов, а также иных ситуативных возмущений, оказывающих временное воздействие на динамику рынка. Отмечается, что совокупное действие указанных механизмов порождает сложное и слабопредсказуемое поведение системы, которое в теории динамических систем трактуется как изменение ее свойств и состояний во времени. Подчеркивается, что во многих случаях сложное поведение больших динамических систем формируется под совокупным влиянием множества относительно простых факторов, поддающихся идентификации, количественной оценке и анализу. Сделан вывод о том, что декомпозиция такой динамической системы, как рынок судоходства, на элементарные составляющие с последующим исследованием взаимодействий между ее отдельными компонентами позволяет сформировать надежную методологическую основу для комплексного анализа и прогнозирования ее поведения, что особенно актуально в сложившейся геополитической ситуации на глобальном рынке морских перевозок и в наибольшей степени в России. В работе предпринята попытка создания инновационного инструмента, предназначенного для объяснения глубинных внутренних механизмов и повышения достоверности методов прогнозирования в этой области.

Ключевые слова: рынок судоходства, фрахтовый рынок, динамическая система, транспортное судно, факторы, конечный автомат, процессы гибели-размножения, аттрактор, странный аттрактор, моделирование, прогнозирование.

Для цитирования:

Ситов, А. Н. Методы динамического моделирования в исследовании фрахтового рынка / А. Н. Ситов, А. Л. Кузнецов, Я. А. Сперанская // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2026. Т. 18. № 4. С. 593–602. EDN RRJJKW. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-4-593-602.

DYNAMIC MODELING METHODS IN FREIGHT MARKET RESEARCH

A. N. Sitov¹, A. L. Kuznetsov¹, Y. A. Speranskaya²

¹ Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

² Russian Maritime Register of Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The study examines the shipping market model as a highly dynamic system affected by numerous external factors. These include long-term factors such as general trends in the development of the global economy and global trade, technological changes in maritime transportation, and deep-seated cycles of transformation in market conditions and structure within international supply chains involving maritime transport, as well as short-term manifestations of financial and economic crises, geopolitical conflicts, and other situational disturbances that temporarily affect

market dynamics. The combined effect of these mechanisms produces complex and poorly predictable system behavior, which in dynamical systems theory is interpreted as changes in its properties and states over time. It is emphasized that, in many cases, the complex behavior of large dynamical systems results from the combined influence of numerous relatively simple factors that can be identified, quantified, and analyzed. It is concluded that decomposing a dynamical system such as the shipping market into elementary components, followed by an analysis of the interactions between its individual components, provides a reliable methodological basis for comprehensive analysis and forecasting of its behavior. This is particularly relevant in the current geopolitical situation in the global maritime transportation market and, to the greatest extent, in Russia. The study attempts to develop an innovative tool intended to explain underlying internal mechanisms and improve the reliability of forecasting methods in this field of knowledge.

Keywords: shipping market, freight market, dynamical system, transport vessel, factors, finite-state machine, birth–death processes, attractor, strange attractor, modeling, forecasting.

For citation:

Sitov, Alexander N., A. L. Kuznetsov and Y. A. Speranskaya. "Dynamic modeling methods in freight market research" *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova* 18.4 (2026): 593–602. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-4-593-602.

Введение (Introduction)

Для любого вида рынка, вне зависимости от его специфических свойств и обращающейся на нем товарной группы, характерно наличие непрерывного динамического процесса выравнивания спроса и предложения, являющегося ключевым механизмом саморегулирования рынка, обеспечивающим его устойчивость как динамической системы. Временные отклонения от положения равновесия порождают внутренние стимулы, которые способствуют возвращению рынка к сбалансированному состоянию. На практике процесс выравнивания спроса и предложения обеспечивает не статическое «идеальное» равновесие, а лишь приводит к динамическому равновесию — состоянию непрерывной адаптации рыночной системы к изменяющимся внешним и внутренним условиям.

Рынок морских перевозок подчиняется общим рыночным закономерностям. В качестве товара в данном случае выступают транспортные услуги, объем и качество которых определяются провозной способностью действующего флота [1–3]. Основными факторами, оказывающими влияние на предложение услуг морского транспорта, являются: текущий размер и структура эксплуатируемого флота, географическое распределение тоннажа, уровень операционных издержек, а также определенные регуляторные ограничения, действующие на отдельных маршрутах или в регионах. Спрос на тоннаж, в свою очередь, формируется под воздействием динамики мировой торговли и промышленного производства, глобальной геополитической и экономической обстановки, а также сезонных особенностей отдельных грузопотоков.

С математической точки зрения такой свободный рынок представляет собой комплексную динамическую систему, состояние которой определяется совокупностью взаимосвязанных элементов, описываемых непрерывно изменяющимися во времени параметрами [4]. В рамках настоящего исследования элементами рассматриваемой системы являются транспортные суда на различных этапах их жизненного цикла: находящиеся в настоящий момент в эксплуатации, заказанные для постройки, вводимые в строй и подлежащие списанию [5]. Указанные элементы описываются параметрами двух типов: *управляемыми* (поддающимися целенаправленному регулированию и изменению) и *случайными* (не поддающимися контролю и точному прогнозу). Именно влияние случайных параметров обуславливает стохастический (вероятностный) характер поведения всей динамической системы в целом.

Рассматриваемая динамическая система подвержена одновременному воздействию как внутренних, так и внешних сил. Внутренние силы порождаются взаимодействием элементов самой системы, внешние — возникают под влиянием различных внешних факторов и сторонних объектов. Предметом исследования в данной статье является внутренняя структура динамической системы, т. е. совокупность ее элементов и установленных между ними взаимосвязей, в то время

как внешние объекты и условия их влияния на рассматриваемую систему принимаются как заданные экзогенные возмущения, не подлежащие углубленному изучению в рамках настоящей работы [6].

Основной целью исследования является анализ качественной динамики системного поведения, а именно выявление закономерностей эволюции системы во времени в зависимости от изменения внутренних параметров и воздействия внешних факторов. При этом получение конкретного варианта поведения системы не ставится в качестве задачи, так как оно неизбежно оказывается некоторой реализацией случайного процесса. Такой подход позволяет сформировать концептуальную основу для разработки эффективного и надежного инструмента прогнозирования, применимого в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Методы и материалы (Methods and materials)

Для анализа ключевых действующих факторов и выявления существенных свойств системы предлагается выполнить упрощение модели рынка судоходства до минимального числа базовых элементов, которые были обозначены ранее, что позволит сосредоточиться на ключевых закономерностях функционирования системы, исключив второстепенные детали, которые усложняют анализ без существенного увеличения точности [7].

Каждый элемент системы формализуется посредством соответствующей динамической переменной, характеризующей ее состояние в конкретный момент времени $[t]$:

- спрос на суда (*demand*) $D[t]$;
- суда в эксплуатации (*work*) $W[t]$;
- суда в постройке (*build*) $B[t]$;
- заказ на постройку судов (*order*) $O[t]$;
- ввод судов в эксплуатацию (*launch*) $L[t]$;
- вывод судов из эксплуатации (*scrap*) $S[t]$.

Очевидно, что исследуемая динамическая система эволюционирует во времени, неизбежно изменяя свое состояние под влиянием комплекса внутренних и внешних факторов. Так, при известном состоянии элементов системы в момент времени $[t]$ ее последующее состояние в момент $[t + 1]$ определяется совокупностью правил перехода, формализующих закономерности трансформации системы:

1. $D[t]$ — независимая (управляющая) переменная, свободная переменная в модели, характеризующая влияние внешних факторов, рассмотренных в данной работе ранее. При разработке внутренней нотации задачи данные факторы не подлежат дальнейшему разложению или анализу, они фиксируются как экзогенные входные параметры, определяющие внешние условия работы системы.

2. $W[t + 1] = W[t] - S[t] + L[t]$. — численность эксплуатируемого флота не является постоянной величиной — значение рассматриваемого параметра сокращается за счет вывода отдельных судов из эксплуатации, ввиду физического износа, морального устаревания, экономической нецелесообразности их дальнейшего использования, а также других факторов, и увеличивается вследствие ввода в строй новых судов.

3. $B[t + 1] = B[t] + O[t] - L[t]$. — количество судов в постройке динамически изменяется под влиянием двух противоположных процессов: возрастает за счет размещения новых заказов на судостроительных верфях и сокращается вследствие ввода завершаемых строительством судов в эксплуатацию.

4. $O[t + 1] = \text{if } pos \{R[t] \cdot (D[t] - W[t] - B[t])\} \text{ else } 0$, где $R[t]$ — скорость принятия рыночного решения.

Данное соотношение формализует количество новых заказов на строительство судов как положительную разницу между текущим спросом на них и совокупным размером действующего флота, включая как эксплуатируемые, так и уже заказанные суда. Величина этой разницы служит количественным индикатором потребности в расширении флота: чем значительнее разрыв между спросом и имеющимися мощностями, тем выше экономическая обоснованность размещения новых заказов на судостроительных верфях.

5. $L[t + 1] = O[t - T_{build}]$, где T_{build} — средний срок строительства судна на верфи.

Данное соотношение формализует факт ввода судов в эксплуатацию как запаздывающую реакцию на ранее размещенные заказы, другими словами, оно определяет, что суда, вводимые в строй в момент времени $[t]$, были заказаны в момент $[t - T_{build}]$. Данное правило перехода системы от состояния к состоянию позволяет прогнозировать пополнение флота на основе данных о текущих и прошлых заказах, предполагая, что все заказы выполняются в срок и без отмены, а время постройки судна является фиксированной величиной.

6. $S[t + 1] = L[t - T_{life}]$, где T_{life} — нормативный срок эксплуатации судна.

Аналогичным образом процесс вывода судов из эксплуатации формализуется через фиксированный временной параметр T_{life} . Суда, введенные в строй в момент времени $[t - T_{life}]$, достигают конца своего эксплуатационного цикла в момент $[t]$ и подлежат списанию.

Таким образом, динамика рассматриваемой системы представляет собой совокупность состояний, связанных между собой причинно-следственными связями, где каждое новое состояние формируется под влиянием предыдущего состояния, внутренних взаимосвязей между элементами системы, внешних воздействий и вероятностных факторов [8].

Обсуждение (Discussion)

Рассмотренные ранее соотношения задают формальную математическую структуру, которую можно интерпретировать как детерминированный конечный автомат. Детерминированный конечный автомат (ДКА) является одной из простейших математических моделей вычислений в теории алгоритмов, характеризующейся ограниченной памятью и дискретным поведением.

Ключевым свойством ДКА является однозначность переходов между двумя последовательными состояниями: функция переходов исключает наличие альтернативных путей и не допускает возможных ветвлений, в ответ на заданный входной параметр модель принимает определенное начальное состояние и далее изменяет его в соответствии с установленным правилом, заданным функцией переходов, при этом автомат может находиться только в одном из ограниченного числа состояний в каждый конкретный (дискретный) момент времени.

Важной особенностью модели является наличие внутренней памяти: каждое новое состояние системы в момент времени $[t + 1]$ зависит не только от текущих входных параметров, но и от ее состояния в момент времени $[t]$. Благодаря детерминизму и однозначности правил перехода модель гарантирует воспроизводимость своего поведения, т. е. при одинаковых входных данных детерминированный конечный автомат всегда будет проходить одну и ту же последовательность состояний вне зависимости от возможных внешних случайных факторов или предыдущих запусков.

Математический аппарат, примененный ранее для описания состояний модели рынка судоходства и последовательного перехода между ними [9], основывается на концепции марковских случайных процессов типа «гибели – размножения», в которых изменение текущего состояния возможно исключительно путем перехода в одно из двух соседних состояний. Такое ограничение существенно упрощает анализ динамики системы при сохранении достаточной реалистичности описания.

Несмотря на кажущуюся сложность рассмотренных теоретических понятий, простейшую модель можно эффективно реализовать с использованием средств VBA MS Excel, что позволяет провести численное моделирование и визуализацию результатов без привлечения специализированного программного обеспечения.

Результаты (Results)

Исследование модели рынка судоходства может быть проведено в двух принципиально различных режимах, каждый из которых позволяет изучить специфические аспекты динамики системы и проверить устойчивость модели к различным воздействиям. При этом в обоих случаях динамика поведения модели определяется внутренними механизмами, зависящими от соотношений показателей T_{life} , T_{build} и $R[t]$.

В первом режиме предполагается наличие постоянного уровня спроса на суда, который задается константой $D[t] = \text{const} = D_0$. Данный подход соответствует некоторому идеализированному представлению о стабильном рынке, неизменно находящемся в состоянии равновесия и не реагирующем на внешние возмущения. В то же время такая абстракция позволяет изучить базовую динамику поведения системы в равновесном режиме, определить равновесный размер флота, а также выявить стационарное распределение состояний модели, характеризующее ее долгосрочное поведение и устойчивое функционирование.

При постоянном спросе на тоннаж динамика модели демонстрирует наличие классических синергетических аттракторов — устойчивых состояний системы, к которым «притягиваются» все возможные траектории ее развития независимо от начальных условий. Такие аттракторы представляют собой стационарные уровни, характеризующие долгосрочное равновесное поведение системы. С математической точки зрения это выражается в сходимости решений к некоторым фиксированным точкам при $t \rightarrow \infty$, что свидетельствует об устойчивости равновесного состояния рынка судоходства в условиях стабильного спроса (рис. 1 и 2).

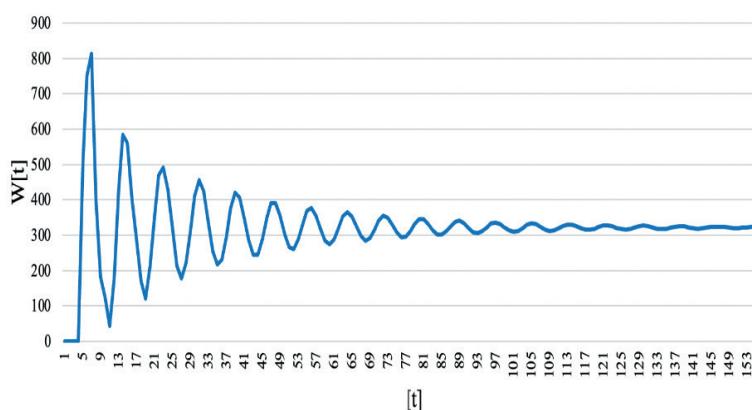


Рис. 1. Зависимость количества судов в эксплуатации от времени при постоянном спросе на суда

Fig. 1. Number of Vessels in Operation over Time under Constant Vessel Demand

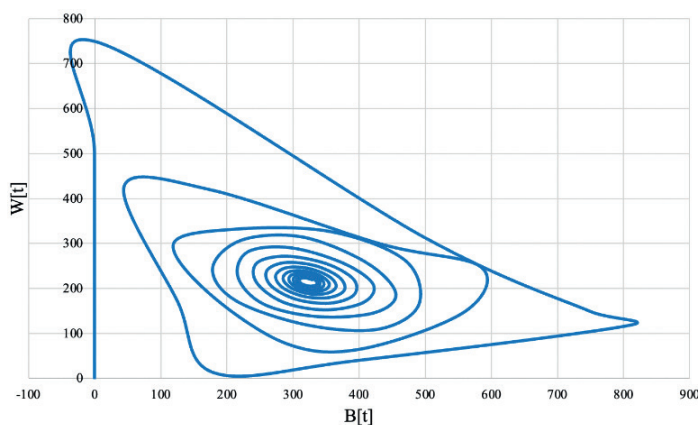


Рис. 2. Классический аттрактор эксплуатируемого тоннажа при постоянном спросе на суда

Fig. 2. Classical Attractor of Operating Fleet Tonnage under Constant Vessel Demand

Второй режим учитывает воздействие внешних факторов на динамическую систему и моделирует спрос на тоннаж как случайный процесс, непрерывно и непредсказуемо изменяющийся во времени, что приближает рассматриваемую модель к реальным условиям функционирования рынка судоходства [10]. Так, при произвольном изменении спроса на тоннаж в динамике модели

выявляются «странные аттракторы», которые, в отличие от классических синергетических аттракторов, отражают не фиксированное равновесное состояние фрахтового рынка, а относительно стабильные колебательные процессы, указывают на скрытую упорядоченность в кажущихся случайными колебаниях и имеют значительно более сложную геометрическую структуру в фазовом пространстве (рис. 3 и 4). Структура странного аттрактора наглядно демонстрирует, что система не стабилизируется в одной точке, а колеблется вокруг некоторого среднего состояния, формируя устойчивые циклы и не выходя за определенные границы.

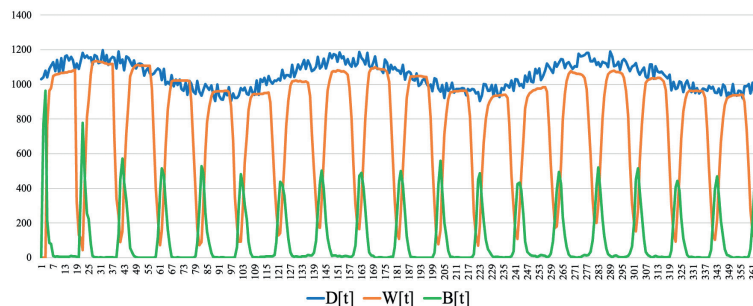


Рис. 3. Зависимости количества судов в эксплуатации и в постройке от времени при переменном спросе на суда

Fig. 3. Number of Vessels in Operation and under Construction over Time under Variable Vessel Demand

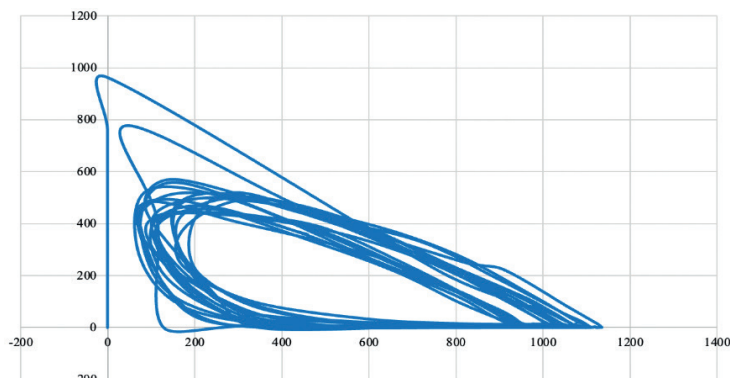


Рис. 4. Странный аттрактор действующего тоннажа при переменном спросе на суда

Fig. 4. Strange Attractor of Operating Fleet Tonnage under Variable Vessel Demand

Эксперименты с моделью показывают, что произвольно меняющийся спрос на суда $D[t]$ приводит к случайным колебаниям величины тоннажа на фрахтовом рынке (рис. 5).

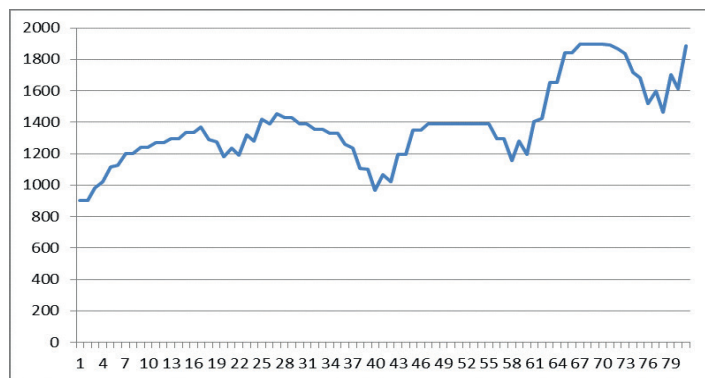


Рис. 5. Колебания тоннажа при переменном спросе на него

Fig. 5. Tonnage Fluctuations under Variable Demand

Характер наблюдаемых колебаний имеет сходные черты с реальными статистическими данными о динамике рынка судоходства. Предложенная авторами модель демонстрирует высокую точность воспроизведения формы кривой, периодичности и амплитуды колебаний, согласующихся с реальными статистическими данными и фактическими рыночными циклами (рис. 6). Такое соответствие свидетельствует о высокой степени адекватности разработанной модели реальным процессам и, как следствие, обосновывает возможность ее использования в качестве надежного инструмента для прогнозирования динамики рынка судоходства и количественной оценки рисков с высокой степенью точности [11].

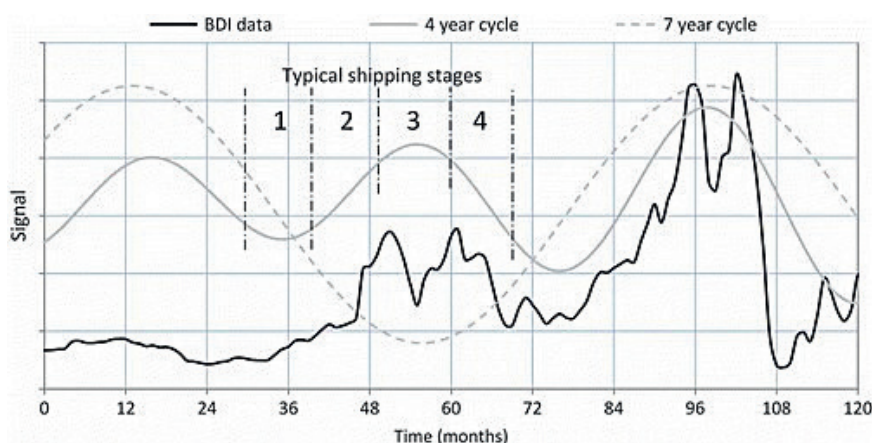


Рис. 6. Пример реальной статистики колебаний тоннажа [12]
Fig. 6. Example of Actual Statistical Data on Tonnage Fluctuations

Следует отметить, что точное прогнозирование любого реального случайного процесса подобной природы на практике недостижимо из-за его стохастического характера и воздействия множества неконтролируемых внешних и внутренних факторов. В таких случаях, в соответствии с положениями теории математической статистики, сходство между модельными и реальными процессами оценивается не детерминированно, а на основе вероятностных характеристик. Так, разработанная модель призвана воспроизводить не отдельные реализации процесса, а его устойчивые вероятностные закономерности (типичные сценарии, диапазоны и периодичность изменений) через статистические характеристики, доверительные интервалы и критерии значимости различий.

Заключение (Conclusion)

Сопоставление динамики модельных показателей с реальными статистическими данными выявило существенное сходство в характере колебаний, что позволяет утверждать следующее: предложенная авторами упрощенная модель с высокой степенью вероятности адекватно воспроизводит реальную ситуацию на рынке тоннажа [13]. Это дает основание использовать модель для проведения серии начальных экспериментальных исследований, направленных на выявление ключевых факторов, влияющих на рассматриваемую динамическую систему, оценку относительной значимости этих факторов посредством количественного анализа чувствительности модели, определение господствующих механизмов взаимодействия между различными элементами системы и, как следствие, установление закономерностей ее функционирования, а также разработку базовых сценариев развития моделируемого рынка судоходства при различных комбинациях внешних и внутренних воздействий.

Анализ механизмов поведения модели может послужить в качестве фундаментальной основы для долгосрочного прогнозирования динамики рынка тоннажа. Несмотря на кажущуюся непредсказуемость и абсолютную случайность колебаний, они демонстрируют свойства синергетической устойчивости, т. е. подчиняются внутренним закономерностям самоорганизации системы и непременно возвращаются к равновесному режиму после любых возмущений. При этом

важно учитывать принципиальное ограничение возможного прогнозирования — любые реальные прогнозы могут охватывать лишь общие тенденции развития рынка, а не отдельные реализации процесса. Таким образом, предложенная в статье модель не претендует на точное предсказание краткосрочных колебаний, но обеспечивает понимание глубинных механизмов рынка судоходства на основе выявленных синергетических закономерностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. Л. Синергетика как методологическая основа развития базовой инфраструктуры портоориентированной логистики / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин, А. В. Кириченко // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 6 (40). — С. 19–34. — EDN XHLRGP. — DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-19-34.
2. Слицан А. Е. Структура системы «рынок продукции морского транспорта» / А. Е. Слицан, С. А. Слицан // Эксплуатация морского транспорта. — 2006. — № 2(46). — С. 3–6. — EDN HVPJFH.
3. Кузнецов А. Л. Прогнозирование развития морских портов на основе синергетических законов развития сложных взаимодействующих систем: монография / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин, А. В. Кириченко. — Санкт-Петербург: Изд-во ГУМФ имени адмирала С. О. Макарова, 2017. — 176 с.
4. Прозоров К. В. Исследование влияния отдельных факторов на уровень фрахтовой ставки / К. В. Прозоров, Я. А. Сперанская, А. Е. Слицан // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. — 2025. — Т. 17. — № 5. — С. 682–690. — EDN HFJBDN. — DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-5-682-690.
5. Мамедова Л. Э. Г. Мировой и внутренний грузооборот как основной фактор развития судостроительной промышленности / Л. Э. Г. Мамедова, М. Е. Гоголюхина // Транспортное дело России. — 2023. — № 2. — С. 117–121. — EDN EPHGUB. — DOI: 10.52375/20728689_2023_2_117.
6. Скотченко А. С. Плоские и многомерные экономические модели прогнозирования / А. С. Скотченко // Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2023. — Т. 13, № 5–1. — С. 35–44. — EDN XRMGAI. — DOI: 10.34670/AR.2023.52.74.069.
7. Бабурина О. Н. Мировой морской торговый флот: динамика, структура, перспективы / О. Н. Бабурина, Е. В. Хекерт, Ю. Л. Никулина // Транспортное дело России. — 2017. — № 1. — С. 88–92. — EDN YICKXR.
8. Анализ фрахтовых ставок на перевозку навалочных грузов в портах Российской Федерации в период с апреля 2024 по апрель 2025 года / Е. В. Бабчук, А. О. Березин, А. С. Реуцкий, Я. А. Сперанская // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2025. — № 80. — С. 21–31. — EDN AOHYSK.
9. Шиянская К. Ф. Стратегия и динамика фрахтового рынка в транспортно-логистической системе / К. Ф. Шиянская, А. В. Волянская // Сборник научных статей национальной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова», Санкт-Петербург, 16–25 октября 2020 года. — Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 2020. — С. 387–390. — EDN WZSWNJ.
10. Ситов А. Н. Методика определения фрахтовых индексов / А. Н. Ситов, Я. А. Сперанская, А. Е. Слицан // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 6. — С. 935–945. — EDN DRRABY. — DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-6-935-945.
11. Кузнецов А. Л. Портоориентированная логистика России в новых геополитических условиях / А. Л. Кузнецов, А. Е. Слицан, А. Н. Ситов // Сборник научных статей национальной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»: сборник статей конференции, Санкт-Петербург, 30 сентября – 20 октября 2024 года. — Санкт-Петербург: Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 2025. — С. 121–125. — EDN MVEIKQ.
12. Martin Stopford Maritime economics. Second edition / USA – Routledge. — 2009. — P. 815.
13. Тимченко Т. Н. Методические основы исследований рынка услуг морского транспорта / Т. Н. Тимченко // Эксплуатация морского транспорта. — 2011. — № 1 (63). — С. 14–18. — EDN NYDLNP.

REFERENCES

1. Kuznetsov, A. L., A. V. Galin and A. V. Kirichenko. "The synergy as the methodological approach for the basical infrastructure of port-oriented logistics." *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 6 (40) (2016): 19–34. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-19-34.
2. Slitsan, A. E. and S. A. Slitsan. "Struktura sistemy "Rynok produktsii morskogo transporta". *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 2 (46) (2006): 3–6.
3. Kuznetsov, A. L., A. V. Galin and A. V. Kirichenko. *Prognozirovanie razvitiya morskikh portov na osnove sinergetiche-skikh zakonov razvitiya slozhnykh vzaimodeystviyushchikh sistem: monografiya*. Sankt-Peterburg: Izd-vo GUMF imeni admirala S. O. Makarova, 2017: 176.
4. Prozorov, K. V., Ya. A. Speranskaya and A. E. Slitsan. "Investigation of the influence of individual factors on the level of freight rates." *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 17.5 (2025): 682–690. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-5-682-690.
5. Mamedova, L. E. g. and M. E. Gogolyukhina. "World and internal cargo turnover as the main factor of shipbuilding development." *Transport Business in Russia* 2 (2023): 117–121. DOI: 10.52375/20728689_2023_2_117.
6. Skotchenko, A. S. "Flat and m multivariate economic forecasting models." *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow* 13.5-1 (2023): 35–44. DOI: 10.34670/AR.2023.52.74.069.
7. Baburina, O. N., E. V. Khekert and Yu. L. Nikulina. "World maritime merchant fleet: dynamics, structure, prospects." *Transport Business in Russia* 1 (2017): 88–92.
8. Babchuk, E. V., A. O. Berezin, A. S. Reutskiy and Ya. A. Speranskaya. "Analysis of bulk cargo freight rates in the ports of the russian federation in the period from april 2024 to april 2025." *Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping* 80 (2025): 21–31.
9. Shiyanskaya, K. F. and A. V. Volyanskaya. "Strategiya i dinamika frakhtovogo rynka v transportno-logisticheskoy sisteme." *Sbornik nauchnykh statey natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava FGBOU VO "GUMRF imeni admirala S. O. Makarova", Sankt-Peterburg, 16 sentyabrya – 25 oktyabrya 2020 goda* Sankt-Peterburg: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vyshego obrazovaniya Gosudarstvennyy universitet morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova, 2020: 387–390.
10. Sitov, A. N., Ya. A. Speranskaya and A. E. Slitsan. "Methodology for determining freight indices." *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.6 (2024): 935–945. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-6-935-945.
11. Kuznetsov, A. L., A. E. Slitsan and A. N. Sitov. "Russian port-oriented logistics in the new geopolitical conditions." *Sbornik nauchnykh statey natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava FGBOU VO "GUMRF imeni admirala S. O. Makarova" : Sbornik statey konferentsii, Sankt-Peterburg, 30 sentyabrya – 20 2024 goda* Sankt-Peterburg: Gosudarstvennyy universitet morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova, 2025: 121–125.
12. Stopford, M. *Maritime economics. Second edition*. USA : Routledge , 2009: 815.
13. Timchenko, T. N. "Methodological basics of the studies of maritime transport service market." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 1 (63) (2011): 14–18.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ситов Александр Николаевич —
кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация,
Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
e-mail: kaf_top@gumrf.ru
Кузнецов Александр Львович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация,
Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
e-mail: kaf_pgt@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sitov, Alexander N. —
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7, Dvinskaya str., St. Petersburg,
198035, Russian Federation
e-mail: kaf_top@gumrf.ru
Kuznetsov, Alexander L. —
Doctor of Technical Sciences, Professor
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7, Dvinskaya str., St. Petersburg,
198035, Russian Federation
e-mail: kaf_pgt@gumrf.ru

Сперанская Яна Андреевна —
аналитик
ФАУ «Российский морской
регистр судоходства»,
191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
Дворцовая набережная, д. 8
e-mail: speranskaia.ia@rs-class.org

Speranskaya, Yana A. —
analyst
FAI «Russian Maritime
Register of Shipping»
8, Palace Emb., St. Petersburg,
191186, Russian Federation
e-mail: speranskaia.ia@rs-class.org

Статья поступила в редакцию: 15 мая 2026 г.

Received: May 15, 2026.