

2.3.7

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)

COMPUTER MODELING AND DESIGN AUTOMATION SYSTEMS

DOI: 10.33693/2313-223X-2024-11-1-127-134

УДК: 656.615:001.891.57

ГРНТИ: 50.51.19

EDN: EFMDDV



Обзор возможностей имитационного моделирования для оптимизации работы морского порта в среде AnyLogic

А.М. Шевченко^а ©, А.А. Дыда^б ©

Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского,
г. Владивосток, Российская Федерация

^а E-mail: anastasiya2100@bk.ru

^б E-mail: adyda@mail.ru

Аннотация. Глобализация и контейнеризация существенно увеличили объем морских перевозок в международной торговле. Морской порт – это критически важный компонент в морских перевозках. В настоящее время основной фокус для эффективного функционирования торговых портов сосредоточен на использовании новейших информационных технологий. Информационное обеспечение работы порта представляет сложную задачу по множеству причин, главной из которых является внешнее влияние на внутренние операции порта и его общую эффективность. Для анализа такого сложного взаимодействия наиболее подходящим инструментом является имитационное моделирование. В статье определяются характерные черты, описывающие специфику работы морского порта в программе имитационного моделирования AnyLogic. Показаны разнообразные возможности использования установленной имитационной модели для определения ограничений в размере пропускной и обработочной способностей морского порта, обоснования необходимости создания «сухого» порта и выбора его главных параметров.

Ключевые слова: морской порт, «сухой» порт, имитационное моделирование

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ: Шевченко А.М., Дыда А.А. Обзор возможностей имитационного моделирования для оптимизации работы морского порта в среде AnyLogic // Computational Nanotechnology. 2024. Т. 11. № 1. С. 127–134. DOI: 10.33693/2313-223X-2024-11-1-127-134. EDN: EFMDDV

An Overview of the Simulation Capabilities for Optimizing the Operation of the Seaport in the AnyLogic Environment

A.M. Shevchenko^a ©, A.A. Dyda^b ©

Admiral G.I. Nevelsky Maritime State University,
Vladivostok, Russian Federation

^a E-mail: anastasiya2100@bk.ru

^b E-mail: adyda@mail.ru

Abstract. Globalization and containerization have significantly increased the volume of shipping in international trade. A seaport is a critical component in maritime transportation. Currently, the main focus for the effective functioning of commercial ports is focused on the use of the latest information technologies. Information support of the port operation is a difficult task for a variety of reasons, the main of which is the external influence on the internal operations of the port and its overall efficiency. Simulation modeling is the most suitable tool for analyzing such a complex interaction. The article defines the characteristic features describing the specifics of the seaport operation in the AnyLogic simulation program. Various possibilities of using the established simulation model are shown to determine the limitations in the size of the throughput and processing capacity of the seaport, substantiate the need to create a “dry” port and select its main parameters.

Key words: seaport, “dry” port, simulation modeling

FOR CITATION: Shevchenko A.M., Dyda A.A. An Overview of the Simulation Capabilities for Optimizing the Operation of the Seaport in the AnyLogic Environment. *Computational Nanotechnology*. 2024. Vol. 11. No. 1. Pp. 127–134. (In Rus.) DOI: 10.33693/2313-223X-2024-11-1-127-134. EDN: EFMDDV

ВВЕДЕНИЕ

Имитационное моделирование является одним из современных методов, которые позволяют предотвратить возникновение проблем в транспортной цепи уже на этапе проектирования системы порта. Это особенно важно, учитывая, что порт играет ключевую роль в транспортной инфраструктуре, обеспечивая перенос грузов с одного вида транспорта на другой.

Задержки в обработке груза в порту могут способствовать нарушению всей системы и повышению затрат. Поэтому единственный способ предотвращения таких проблем – это предоставить проектировщикам порта инструменты для анализа и оптимизации системы.

В статье проводится обзор возможностей имитационного моделирования для оптимизации работы морского порта в среде AnyLogic.

Методы используемые в работе: обзор, анализ, дедукция, интерпретация.

1. ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.В. Васин отмечает, что имитационное моделирование позволяет смоделировать процесс переноса груза, исследуя возможные задержки и оптимизируя

работу порта, тем самым улучшая показатели всей системы в целом. В результате, благодаря использованию имитационного моделирования, возможно устранить ошибки и оптимизировать транспортную цепь порта, обеспечивая эффективную и безопасную работу [1].

Для сокращения издержек необходимо провести подробный анализ всей системы рабочих операций в порту. Эффективным инструментом для этого может стать имитационное моделирование, которое позволяет получить глубокое представление о системе, экспериментируя с ней в безопасной цифровой среде. Такой подход позволяет не только снизить издержки, но и увеличить пропускную способность портов и контейнерных терминалов. Проведение имитационного моделирования портов и терминалов можно использовать для обоснования решений, снижения рисков и разработки плана реагирования в случае возникновения сбоев. Таким образом, данная методика моделирования может способствовать оптимизации внутренней логистики и обеспечить более эффективное функционирование портовых комплексов.

А.Г. Морозков, М.Р. Язвенко, подчеркивают, что имитационная модель, основанная на ПО AnyLogic, позволяет более глубоко исследовать характеристики и операционную деятельность различных типов

терминалов, таких как контейнерные, наливные и насыпные. Модель также отражает влияние работы порта на окружающую среду, включая шум и загрязнение, и рассматривает вопрос комплектации персоналом и перемещения грузов различными видами транспорта. Применение данной модели позволяет получить более глубокое понимание взаимосвязей в процессах работы порта и найти ответы на такие важные вопросы, как: является ли работа портовых автопогрузчиков узким местом в операционной деятельности порта [11].

Модель может позволить выявить потенциальные узкие места, оптимизировать работу порта и повысить эффективность операций. С помощью многофункционального и гибкого программного обеспечения AnyLogic можно адаптировать модель для разных задач и учесть особенности работы разных портов. Расширение стоянки для судов оказывает влияние на функционирование всей портовой системы. Увеличение количества доступных мест позволяет принимать больше судов одновременно, улучшая процесс разгрузки и загрузки грузов. Кроме того, сокращение времени ожидания судов и уменьшение задержек в порту способствуют повышению эффективности работы.

Изменение режима функционирования резервуарного хранилища способно значительно усилить скорость перемещения груза. Рациональное использование ресурсов внутри хранилища и оптимизация его возможностей позволяют сократить время загрузки и разгрузки грузовых танкеров. Это приводит к ускорению оборота груза и повышению общей производительности системы.

Оптимизация работы мостового крана – ключевая задача для обеспечения эффективности портовой системы. Путем анализа и моделирования действий крана можно разработать оптимальный алгоритм перемещения и распределения грузов на площадке. Это позволит сократить время операций погрузки и разгрузки, уменьшить расходы на топливо и повысить безопасность операций [10].

AnyLogic предоставляет возможность детального изучения и оптимизации работы портов с помощью имитационного моделирования. Благодаря анализу статистики и наглядной визуализации процессов, специализированные библиотеки моделирования портов и терминалов создают точные модели контейнерных, грузовых и нефтяных терминалов. Это позволяет разрабатывать эффективные стратегии управления логистическими процессами и повышать производительность порта. AnyLogic является неотъемлемым инструментом управления контейнерными терминалами и портами, где происходит транспортировка сыпучих и жидких грузов.

Наличие данного инструмента позволяет провести всестороннее изучение деятельности организации, выявить недостатки и рационализировать бизнес-процессы.

2. ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ ПОРТОВ

Ограничения, возникшие в крупных морских портах России из-за высоких грузовых потоков, требуют новых решений. Исследование работы портов показывает, что они сталкиваются с ограничениями на увеличение перевозок из-за своего расположения в густонаселенных районах и отсутствия достаточных земельных площадей для расширения. Недостаток перерабатывающих мощностей и терминалов для хранения грузов приводит к простоям контейнеров и серьезным финансовым убыткам. Обычно контейнеры проводят в портах РФ от 5 до 7 дней. Однако, чтобы увеличить переработку грузов и сократить затраты на реконструкцию, можно рассмотреть возможность строительства «сухих» портов неподалеку от морей [14].

Также, важно учитывать потенциал развития региона, где будет располагаться «сухой» порт. Наличие достаточной транспортной инфраструктуры, доступность рынков сбыта и потенциальный рост объемов грузопереработки – все это нужно учитывать при выборе месторасположения [7].

Внедрение разработанных методов и комплексный анализ факторов помогут строить более эффективные и экономически выгодные «сухие» порты в России.

В результате анализа данных из работы [12], стало очевидно, что метод имитационного моделирования является наиболее эффективным и гибким при выборе места размещения и расчете параметров «сухого» порта. Определение основных параметров «сухого» порта решается в два этапа. Первый этап – использование имитационной модели для определения основных параметров порта. Второй этап – использование этой же модели для решения задачи расчета параметров.

Таким образом, применение метода имитационного моделирования открывает широкие перспективы для оптимального выбора места размещения и эффективного расчета параметров «сухого» порта. Этот метод позволяет учесть все особенности и требования, чтобы создать наиболее функциональный и удобный порт для грузовых перевозок.

3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках первого этапа исследования был проведен детальный анализ морского порта Владивосток с целью определения его максимальной пропускной способности и способности к переработке. Было уделено особое внимание вопросам, связанным с обеспечением заданных объемов и качества грузовых перевозок, включая своевременную доставку грузов. На основании полученных данных были определены основные характеристики «сухого» порта, которые позволят достичь необходимых показателей грузопотоков с учетом прогнозируемого повышения спроса в будущем.

Ключевым инструментом, использованным в исследовании, стала программная система AnyLogic. Ее использование позволило создать имитационную модель морского порта Владивостока, которая дала возможность анализировать и оценивать процессы переработки различных грузопотоков в порту.

В результате исследования было обнаружено, что морской порт в городе Владивосток обрабатывает различные грузы, такие как контейнеры, изделия из металла, уголь, руду и мазут. Этот анализ и создание имитационной модели порта Владивосток позволили не только более детально изучить его возможности и потенциал для обработки грузов, но и определить пути оптимизации работы порта, которые могут способствовать увеличению его эффективности и конкурентоспособности.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

В морском порту особенностью является то, что технологические цепочки обработки грузов относительно отделены друг от друга. В модели, основанной на стандартных значениях, продолжительность транспортно-грузовых операций определяется исходя из этих значений. Однако случайные отклонения продолжительности технологических операций и интенсивности грузовых потоков в модели задаются по законам распределения случайных величин. Модель включает три «поточковые диаграммы», которые имитируют технологические цепочки обработки определенных грузов (рис. 1).

Недостаточное количество ресурсов становится основной причиной проволочек в грузовых и транспортных потоках.

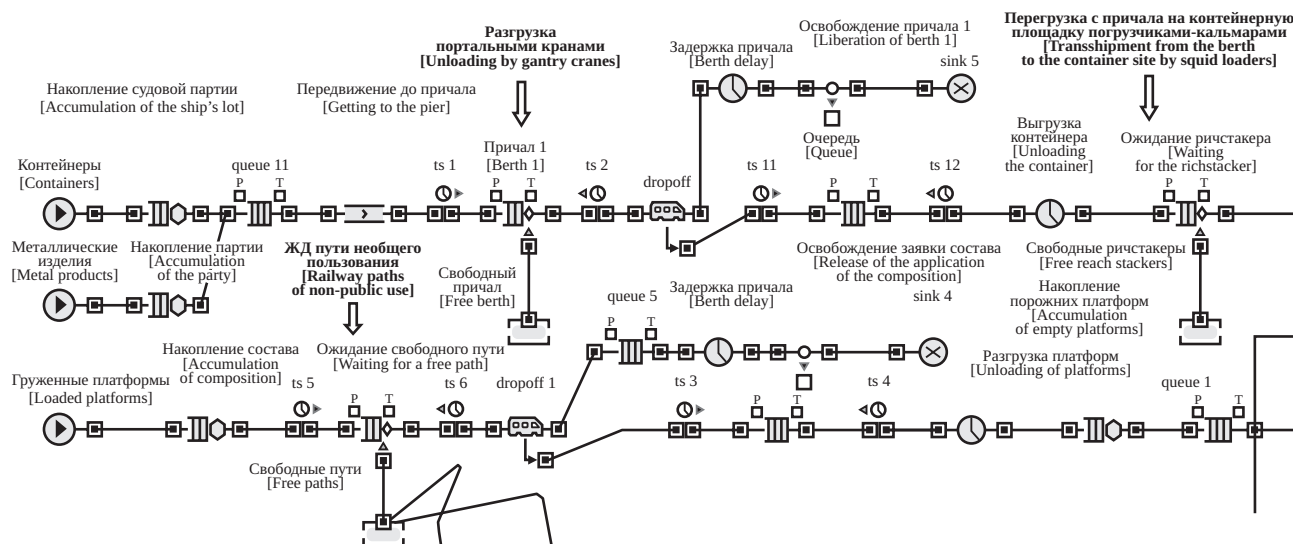


Рис. 1. Фрагмент диаграммы потоков в имитационной модели операционной деятельности морского порта в программе AnyLogic [12]

Fig. 1. A fragment of the flowchart of the simulation model of the seaport operation in the AnyLogic system [12]

Причалы, погрузо-разгрузочные устройства, полностью загруженные вагоны и свободные пути на портовой станции не могут удовлетворить спрос. Особенно проблематичными являются недозагруженные грузовики и железнодорожные пути, которые используются для различных технологических процессов. Разработка и внедрение новых систем управления грузовыми потоками позволит более эффективно распределять ресурсы и минимизировать задержки. Координация и сотрудничество между различными технологическими цепочками также имеет важное значение для оптимизации использования общих ресурсов.

С возрастанием потока грузов, контейнеры и платформы часто оказываются неиспользованными, в то время как стационарные ресурсы остаются недоступными. Однако, благодаря новому объекту Combine, проблема эффективного использования ресурсов была решена. Теперь заявки на контейнеры и платформы

могут быть объединены и превращены в заявку на грузоперевозку вагоном. Такой подход позволяет оптимизировать процесс погрузки контейнеров и платформ на вагоны, а также сократить время обработки поездов на железнодорожной станции.

В результате, потребности в грузоперевозках более эффективно удовлетворяются, а ресурсы более полноценно используются. Эта новая система не только облегчает логистику и транспортировку грузов, но и содействует ускорению и оптимизации работы железнодорожных станций.

Разгрузка контейнеров на причале – важный этап в логистической цепи, требующий точного моделирования и анализа. Для более детального изучения процесса разгрузки, необходимо определить среднее время простоя контейнеров и среднюю длину очереди. В этом помогают два взаимосвязанных объекта модели: TimeMeasureStart и TimeMeasureEnd.

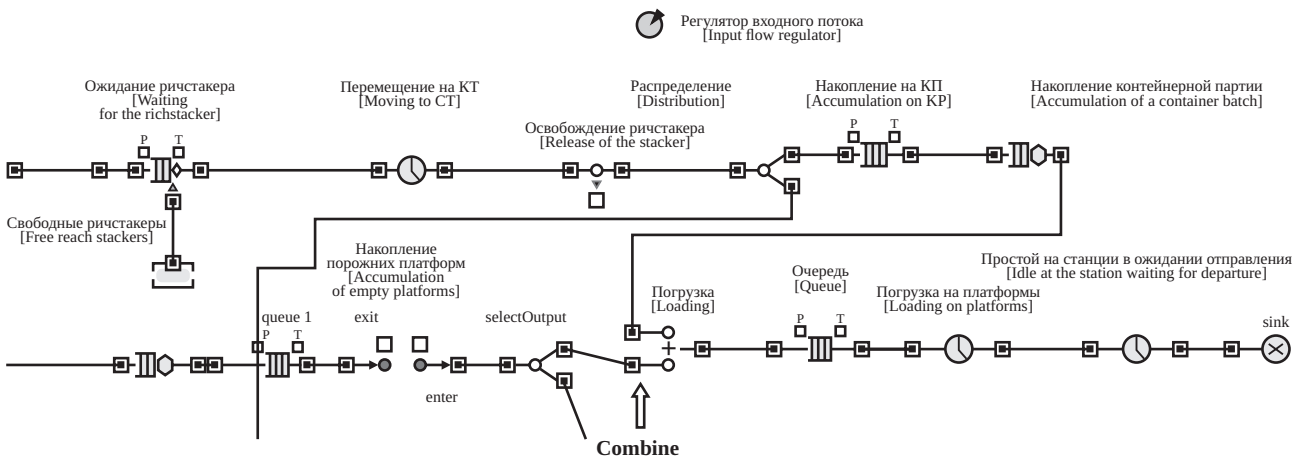


Рис. 2. Фрагмент диаграммы потоков в имитационной модели операционной деятельности морского порта в программе AnyLogic, имитирующей погрузку контейнеров на железнодорожную платформу [12]

Fig. 2. A fragment of an AnyLogic flowchart simulating the loading of containers onto a railway platform [12]

Перед тем, как контейнер поступает на разгрузку, объект TimeMeasureStart фиксирует точное время его прибытия на причал. Это позволяет отследить, сколько времени контейнер находится на стадии ожидания разгрузки. Аналогично, объект TimeMeasureEnd вычисляет разницу между текущим моментом времени и моментом, который был сохранен в объекте TimeMeasureStart для каждого контейнера.

Таким образом, данные объекты модели позволяют более точно оценить и оптимизировать процесс разгрузки контейнеров на причале, учитывая время простоя и длину очереди. Это является ключевым аспектом в управлении логистической цепью и повышении ее эффективности [9]. Эти данные позволят построить гистограммы, которые наглядно отобразят распределение времени простоя контейнеров на причале. Более того, на основе этих данных можно вычислить статистические характеристики, что сделает возможным более точно оценить среднее время простоя и длину очереди контейнеров.

Хорошо собранные и структурированные данные о времени нахождения каждой грузовой единицы позволят увидеть возможные аномалии и выбросы, которые могут возникнуть в процессе разгрузки контейнеров. Это поможет идентифицировать причины задержек и оптимизировать рабочие процессы, чтобы улучшить общую эффективность системы разгрузки.

Рассчитывая статистические характеристики, такие как среднее время простоя и длина очереди контейнеров, можно получить более точные оценки и представление о характере процесса разгрузки. Это поможет структурировать данные, выделить основные факторы, влияющие на время простоя, и, соответственно, принять меры по оптимизации этого времени.

В итоге, анализ данных о времени нахождения контейнеров в модели разгрузки поможет сделать процесс более прозрачным и эффективным, улучшив планирование ресурсов и снизив задержки. Результаты анализа

также будут полезны при принятии решений относительно улучшения инфраструктуры портов и оптимизации работы систем разгрузки контейнеров.

В итоге, использование взаимосвязанных объектов модели и сбор статистических данных позволяют более точно и детально изучить процесс разгрузки контейнеров на причале, определить его эффективность и потенциальные узкие места для оптимизации.

Нужно обратить внимание на то, что данный подход к моделированию может быть использован не только для морских портов, но и для различных других транспортных объектов. Это позволит оптимизировать работу и повысить эффективность работы не только в портах, но и в других отраслях, связанных с грузоперевозками. На основе полученных результатов можно разрабатывать новые стратегии управления, которые позволят снизить затраты, сократить время переработки и повысить качество обслуживания клиентов.

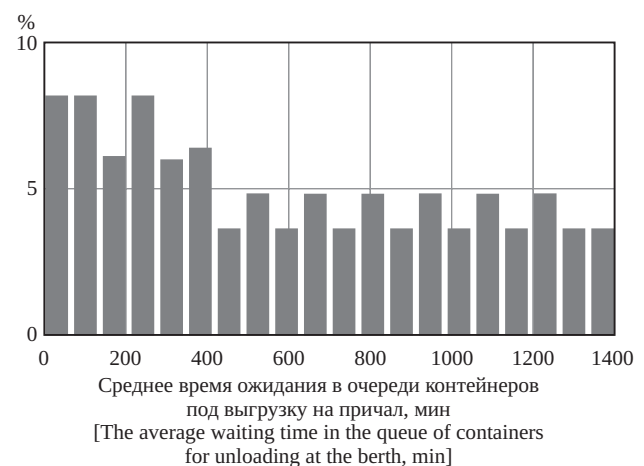


Рис. 3. Продолжительность обработки контейнеров в имитационной модели по результатам расчетов [12]

Fig. 3. Results of measuring the duration of container handling in the simulation model [12]

Таким образом, моделирование становится мощным инструментом для анализа и управления логистическими процессами в различных отраслях экономики.

Итак, в рамках данного исследования мы сосредоточились на изучении того, как время указанного события зависит от интенсивности прибытия судов и неравномерности потока. Как и ожидалось, интенсивность прибытия судов исследовалась с помощью нормального закона распределения интервала времени между событиями. Однако, стало ясно, что использование нормального распределения может привести к отрицательным значениям интервала. Чтобы избежать такой ситуации, мы разработали специальный механизм про-

верки сгенерированных значений интервалов на отрицательность.

В целом, полученные результаты экспериментов позволяют оценить эффективность работы порта и выявить факторы, влияющие на время простоя судов.

Благодаря имитационной модели, становится возможным проводить анализ и оптимизацию работы портовых систем, что может положительно сказаться на их эффективности и производительности [6].

Анализ результатов усреднения данных, полученных в этих экспериментах, подтверждает, что строительство такого порта действительно выгодно и эффективно.

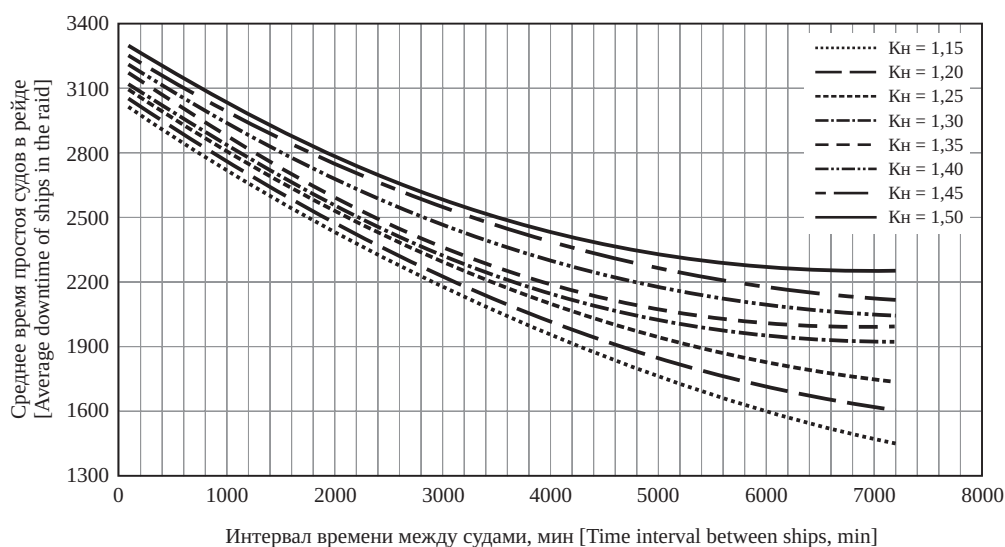


Рис. 4. Номограмма изменения среднего времени простоя судов в порту при различных значениях интенсивности прибытия судов в порт [12]

Fig. 4. Nomogram of the change in the average idle time of ships in the port at different values of the intensity of ships' arrival at the port [12]

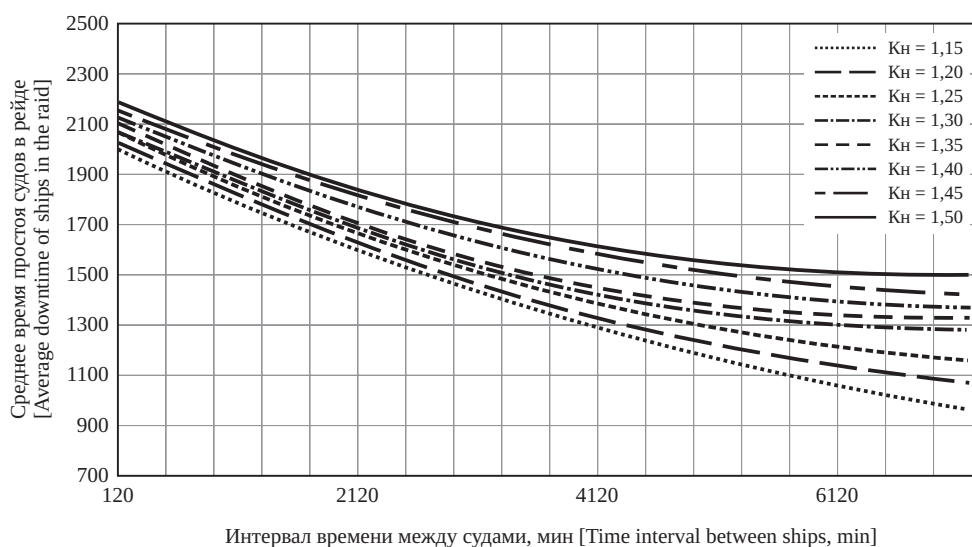


Рис. 5. Номограмма изменения среднего времени простоя судов в порту после внедрение «сухого» порта [12]

Fig. 5. Nomogram of the change in the average idle time of ships in the port after the introduction of a "dry" port [12]

Более того, «сухой» порт осуществляет быстрый и гарантированный процесс перевозки грузов, не зависящий от приливов и отливов морской воды. Такой порт также значительно сокращает время ожидания и обработки грузовых судов, что в свою очередь повышает эффективность работы всего портового комплекса.

Результаты моделирования показывают, что «сухой» порт является эффективным решением, способным оптимизировать работу порта и повысить его эффективность.

Литература

1. Васин А.В. Моделирование оптимальной конфигурации морского порта // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2019. Т. 11. № 4. С. 662–669.
2. Глушков С.В. Построение нечеткой нейросетевой модели информационной системы управления транспортно-логистическим процессом // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2013. № 3. С. 100–112.
3. Козлов П.А. Автоматизированное построение имитационных моделей крупных транспортных объектов // Транспорт Урала. 2013. № 2 (37). С. 3–6.
4. Король Р.Г. Имитационное моделирование работы припортовой железнодорожной станции с вероятностно-статистическим подходом к изменению параметров поступающего вагонопотока // Транспорт Урала. 2014. № 3 (42). С. 53–58.
5. Король Р.Г. Технология функционирования Владивостокского транспортного узла при наличии мультимодального терминала «сухой порт» // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2014. № 5 (27). С. 92–101.
6. Король Р.Г., Балалаев А.С. Имитационное моделирование системы «Железнодорожная станция морской порт» на примере Владивостокского транспортного узла // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. № 3 (31). С. 209–216.
7. Кузнецов А.Л. Имитационная модель в порту Тамань // Морские порты. 2013. № 7 (118). С. 34–38.
8. Майоров Н.Н., Фетисов В.А. Моделирование транспортных процессов: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2011. 164 с.
9. Майоров Н.Н. Решение задачи прогнозирования и оперативного управления работой морской контейнерной линии на основе имитационного моделирования // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. №3 (31). С. 193–201.
10. Малыхин М.О., Кириченко А.В. Моделирование процесса обращения контейнерных поездов в структуре сухого порта с применением технологии «Блок-трейн» // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2015. № 1 (56). С. 34–36.
11. Морозков А.Г., Язвенко М.Р. Моделирование морского грузового порта как системы массового обслуживания в среде AnyLogic // Системный анализ и логистика. 2020. № 4 (26). С. 59–66.
12. Муравьев Д.С., Мишкuroв П.Н., Рахмангулов А.Н. Использование имитационного моделирования для оценки перерабатывающей способности морских портов и обоснования необходимости сооружения «сухого» порта // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013. № 4. С. 66–72.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, модельные эксперименты подтверждают, что внедрение «сухого» порта имеет потенциал для значительного улучшения производственных показателей и снижения затрат. Эти результаты могут быть полезными при принятии решений о строительстве новых портов и модернизации существующих. Эффективность «сухих» портов подчеркивает их значимость в мировой торговле и логистике.

References

1. Vasin A.V. Modeling of the optimal configuration of the seaport. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and River Fleet*. 2019. Vol. 11. No. 4. Pp. 662–669. (In Rus.)
2. Glushkov S.V. Building a fuzzy neural network model of an information system for managing the transport and logistics process. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and River Fleet*. 2013. No. 3. Pp. 100–112. (In Rus.)
3. Kozlov P.A. Automated construction of simulation models of large transport facilities. *Transport of the Urals*. 2013. No. 2 (37). Pp. 3–6. (In Rus.)
4. Korol R.G. Simulation modeling of the operation of a portside railway station with a probabilistic and statistical approach to changing the parameters of incoming carriage traffic. *Transport of the Urals*. 2014. No. 3 (42). Pp. 53–58. (In Rus.)
5. Korol R.G. Technology of functioning of the Vladivostok transport hub in the presence of a multimodal terminal “dry port”. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and River Fleet*. 2014. No. 5 (27). Pp. 92–101. (In Rus.)
6. Korol R.G., Balalaev A.S. Simulation modeling of the system «Railway station seaport» on the example of the Vladivostok transport hub. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and River Fleet*. 2015. No. 3 (31). Pp. 209–216. (In Rus.)
7. Kuznetsov A.L. Simulation model in the port of Taman. *Seaports*. 2013. No. 7 (118). Pp. 34–38. (In Rus.)
8. Mayorov N.N., Fetisov V.A. Modeling of transport processes: textbook. manual. St. Petersburg: GUAP, 2011. 164 p.
9. Mayorov N.N. Solving the problem of forecasting and operational management of the operation of a marine container line based on simulation modeling. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and River Fleet*. 2015. No. 3 (31). Pp. 193–201. (In Rus.)
10. Malykhin M.O., Kirichenko A.V. Modeling of the process of handling container trains in the structure of a dry port using the “Block train” technology. *Transport of the Russian Federation. A Journal about Science, Practice, and Economics*. 2015. No. 1 (56). Pp. 34–36. (In Rus.)
11. Morozkov A.G., Yazvenko M.R. Modeling of a sea cargo port as a queuing system in the AnyLogic environment. *System Analysis and Logistics*. 2020. No. 4 (26). Pp. 59–66. (In Rus.)
12. Muravyov D.S., Mishkurov P.N., Rakhmangulov A.N. The use of simulation modeling to assess the processing capacity of seaports and substantiate the need for the construction of a “dry” port. *Modern Problems of the Russian Transport Complex*. 2013. No. 4. Pp. 66–72. (In Rus.)

13. Семенов К.М. Планирование обработки грузов в морских портах и терминалах на основе дискретно-событийного имитационного моделирования: дис. ... канд. техн. наук, 05.22.19. Калининград, 2014. 173 с.
14. Кайгородцев А.А., Русинов И.А. Развитие «сухих портов» в современной транспортно-логистической системе // Транспортное дело России. 2017. № 5. С. 105–106.
13. *Semenov K.M.* Cargo handling planning in seaports and terminals based on discrete event simulation. Dis. ... of Cand. Sci. (Eng.), 05.22.19. Kaliningrad, 2014. 173 p.
14. *Kaigorodtsev A.A., Rusinov I.A.* The development of «Dry ports» in the modern transport and logistics system. *Transport Business of Russia*. 2017. No. 5. Pp. 105–106. (In Rus.)

Статья проверена программой Антиплагиат. Оригинальность – 86,55%

Статья поступила в редакцию 27.01.2024, принята к публикации 16.02.2024

The article was received on 27.01.2024, accepted for publication 16.02.2024

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шевченко Анастасия Михайловна, аспирант; Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского; г. Владивосток, Российская Федерация. E-mail: anastasiya2100@bk.ru

Дыда Александр Александрович, доктор технических наук; профессор, кафедра автоматических и информационных систем (АИС), факультет электроники и информационных технологий; Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского; г. Владивосток, Российская Федерация. Author ID: 14577; SPIN-код: 1187-5058; E-mail: adyda@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR

Anastasia M. Shevchenko, postgraduate student; Admiral G.I. Nevelsky Maritime State University; Vladivostok, Russian Federation. E-mail: anastasiya2100@bk.ru

Alexander A. Dyda, Dr. Sci. (Eng.); Professor, Department of Automatic and Information Systems (AIS), Faculty of Electronics and Information Technologies; Admiral G.I. Nevelsky Maritime State University; Vladivostok, Russian Federation. Author ID: 14577; SPIN-code: 1187-5058; E-mail: adyda@mail.ru