

УДК 658.78:656.073.7

УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ УНИВЕРСАЛЬНОГО СКЛАДА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К. А. Левицкий, студент гр. МТЛ-101, I курс

Научный руководитель: Грефенштейн А. П., к. т. н., доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Оптимизация складских процессов является важной задачей логистических объектов: терминалов, распределительных центров, терминально-складских комплексов и других. Такие предприятия создаются как самостоятельные транспортно-логистические компании, так и как структурные подразделения, например, торговых компаний. В Интернет-сети известны прогнозы роста спроса на 56 % на складскую недвижимость к концу 2026 года, в том числе за счет развития сферы розничной и онлайн-торговли [1].

Организация процессов по эффективному управлению предприятиями транспортной отрасли является, безусловно, важной задачей. Цифровые модели непосредственно воспроизводят отдельные свойства реальных объектов для анализа, выявления «узких мест» и последующей оптимизации их функционирования.

В данной статье описаны возможности использования имитационной модели складского комплекса предприятия (на примере реального контейнерного терминала в г. Новосибирске) для повышения эффективности обработки железнодорожных и автомобильных грузопотоков.

В условиях цифровизации значительного числа отраслей экономики и сложной ситуации на рынке транспортно-логистических услуг направление данного исследования является актуальным [2].

Имитационное моделирование предполагает использование программного обеспечения – в работе применен продукт AnyLogic, отличающийся универсальностью благодаря поддержке дискретно-событийного, агентного и системно-динамического подходов [3]. Его функционал позволяет анализировать закономерности изменения временных параметров в зависимости от обеспечения объекта необходимыми ресурсами. AnyLogic имеет аналоги – Arena, FlexSim и т. д., однако отличается тем, что обеспечивает как 2D-, так и 3D-визуализацию, интеграцию с системами управления складом (WMS) и имеет специализированные библиотеки для логистики, интуитивно понятный интерфейс.

Разработанная модель воспроизводит процессы функционирования автомобильно-железнодорожного склада: прибытие поездов на грузовой фронт, разгрузку вагонов и загрузку подвижного состава автотранспорта, его движение. В качестве груза выступают укрупненные единицы – паллеты; средство механизации – погрузчики. Параметрами имитационной модели являются:

- 1) интенсивность прибытия:
 - поезда: 2,5 состава в сутки (от 2 до 3 составов);
 - вагоны: 7–10 единиц в подаче, равномерное распределение;
- 2) вместимость:
 - вагоны: 30 паллет;
 - грузовые автомобили: 25 паллет;
 - склад: задается тремя параметрами (ячейки $\times$ глубина $\times$ уровни);
- 3) ресурсы: погрузчики: 4 единицы, из которых 2 – на разгрузку вагонов, 2 – на загрузку машин.

Процессные диаграммы, созданные в AnyLogic, учитывают вероятностные характеристики грузопотоков и поведение ресурсов – погрузчиков. Полученная логика организации процессов представлена на рисунке 1.

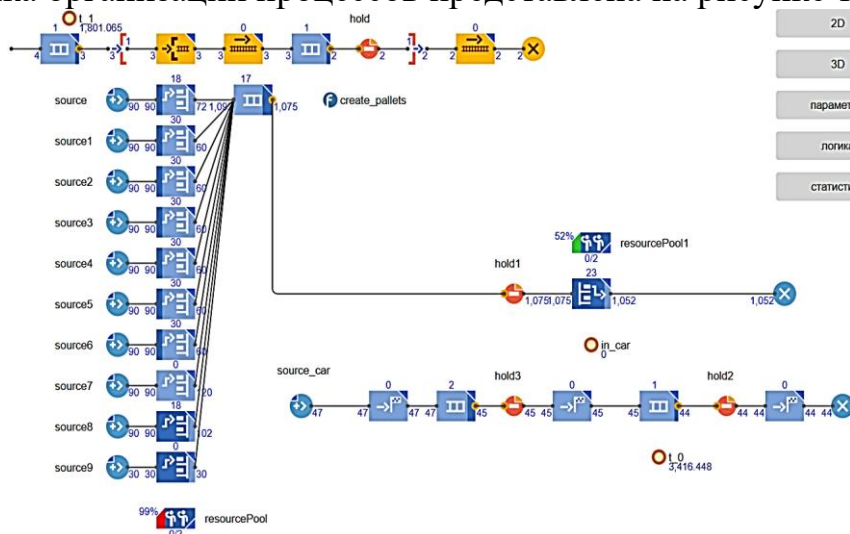


Рисунок 1. Логика создания имитационной модели

На рисунке 2 представлен 3D-режим отображения имитационной модели универсального складского комплекса контейнерного терминала: железнодорожный путь, по которому осуществляется подача и уборка вагонов; перегрузочная платформа, где погрузчики перерабатывают паллеты; склад, на который перегружают грузопотоки из вагонов; стоянка грузовых автомобилей.

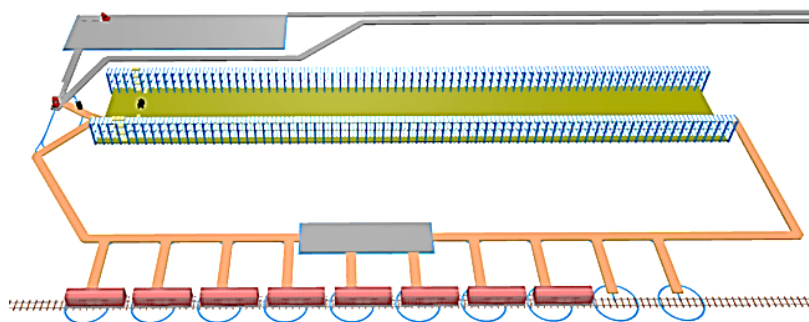


Рисунок 2. Модель универсального склада в 3D-режиме

Результаты моделирования позволили сделать следующие выводы.

В существующем сценарии имеющиеся ресурсы в виде двух погрузчиков для разгрузки вагонов задействованы рационально – в среднем, на 50–60 %. Таким образом, у двух средств механизации нет значительных простоев и предельно высокой загрузки. В реальности на складе работают четыре погрузчика с нерационально низкой загрузкой.

В моделируемом сценарии использование вместимости склада составляет в среднем от 40–50 %. Это свидетельствует о том, что свободное пространство можно задействовать для расширения ассортимента хранимых грузов и увеличение доходов предприятия.

В модели для выборки из 50 автомобилей среднее время грузовых операций (погрузка или выгрузка, без затрат времени на начально-конечные операции) составило 25 минут, что, в целом, соответствует стандартам отрасли.

Среднее время грузовых операций с 10 вагонами (выборка из 15 поездов) получилось равным 87 минут. То есть один вагон разгружается за восемь минут при работе двух погрузчиков, что указывает на высокую эффективность процесса в текущих условиях реализации перевозок.

Полученные результаты демонстрируют применимость модели для анализа логистических процессов, обеспечивая основу для принятия управленческих решений [4].

Разработанная модель позволила воспроизвести процессы обработки грузопотоков, обеспечив среднее время разгрузки 10 вагонов в 87 минут и загрузки единицы автотранспорта – 25 минут; с использованием вместимости склада на 40–50 % и оптимальной занятостью двух погрузчиков.

Список литературы:

1. Грефенштейн, А. П. Обоснование целесообразности создания распределительного центра в условиях взаимодействия разных видов транспорта / А. П. Грефенштейн // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1(60). – С. 68-75. – DOI 10.52170/1815-9265_2022_60_68. – EDN TMNDEH.
2. Сироткина, Д. А. Обоснование значимости учета логистических затрат при управлении запасами предприятия / Д. А. Сироткина // Логистика – Евразийский мост : Материалы XX Международной научно-практической конференции, Красноярск, 28–31 мая 2025 года. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 445-449. – EDN TANILH.
3. Максимов, С. А. Новосибирский транспортный узел: инфраструктурные объекты различных видов транспорта, прогнозы объемов переработки / С. А. Максимов, М. В. Пятаев, А. О. Белоусова. – Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2024. – 236 с. – ISBN 978-5-00148-392-2. – EDN DUCJCM.
4. Корнеева, А. Н. Условие целесообразности создания совмещенной выделенной полосы для общественного транспорта / А. Н. Корнеева, Е. С. Борисенков // Россия молодая : Сборник материалов XVII Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием, Кемерово, 22–25 апреля 2025 года. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2025. – С. 41706.1-41706.4. – EDN AOMZZZ.