

УДК 004.91

## **ОБ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НЕФТЯНОГО ТЕРМИНАЛА. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

В.С. Тимченко, научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

Научный руководитель: И.М. Кокурин, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук  
г. Санкт-Петербург

Транспортный комплекс РФ работает в условиях ежегодного роста объемов грузовых перевозок и дефицита пропускных и провозных способностей [1-2], что вызывает необходимость больших объемов инвестиций в поэтапное развитие инфраструктуры.

Одним из основных экспортных грузов РФ является нефть и нефтепродукты. Так экспорт Российской Федерации только сырой нефти увеличился с 144,4 млн т в 200 году до 223,4 млн т [3].

Исследования показывают, что 85-95% общей продолжительности логистической цепи производственного цикла товародвижения составляет ожидание обработки, транспортировки и других операций, включая нахождение в пунктах перевалки, поэтому столь важна надежная оценка соответствия перерабатывающей способности объектов временного хранения, в том числе нефтяных терминалов, потребностям экономики.

В Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г. ставится задача интенсивного развития транспортной инфраструктуры. Одним из направлений ее научного обеспечения является создание имитационных систем, позволяющих моделировать системы различных видов транспорта.

Имитационная модель позволяет автоматически определять значения параметров рассматриваемой системы, меняя при этом условия протекания процесса и случайные события, учет которых при традиционных подходах вызывает существенные затруднения. Это позволяет оперативно учитывать все изменения в проекте, а также получить более точные значения оптимальных параметров функционирования системы, чем при традиционно применяемом расчете [4].

Целью исследования является демонстрация возможностей метода имитационного моделирования при комплексном рассмотрении процесса функционирования объектов транспортной инфраструктуры.

Имитационная модель была построена в среде AnyLogic, которая является на сегодняшний момент универсальным средством имитационного моделирования, в рамках которой реализованы: дискретно-событийный, агентный и системнодинамический подходы. В рамках данного исследования был использован дискретно-событийный подход [5], который позволил рассмот-

реть процесс перевалки нефтепродуктов с железнодорожного транспорта на морской, с помощью имитационной модели [6-7], структура которой представлена на рис. 1.

Структура модели представляет собой два параллельных процесса:

1. Выгрузка нефти из цистерн;
2. Погрузка нефти на танкеры.

Первыми в обоих процессах идут блоки, отвечающие за интенсивность поступления заявок в модель. Его параметры заданы таким образом, чтобы исключить межоперационные простои, т.к. мы рассчитываем максимальную перерабатывающую способность склада. Если бы мы рассматривали задачу оптимизации работу имеющегося нефтяного терминала, то в этих блоках использовался бы закон распределения интенсивности поступления транспортных средств.

Далее идут блоки, имитирующий очереди поступления транспортных средств, после которых расположены блоки, ограничивающие количество одновременно выгружаемых транспортных средств.

Затем идет сеть развилки, которые позволяют «размножить» ту часть модели, которая отвечает за процесс выгрузки [8-13], позволяющие учесть разные вместимости составов из 4-х и 8-ми осных цистерн и дедейт танкеров. Завершают модель блоки отвечающие за подсчет количества обслуженных транспортных средств разных категорий и удаление заявок из модели.

Если в процессе моделирования при заданных параметрах системы объем нефтяного терминала будет полностью заполнен, то моделирование завершается и делается вывод о невозможности освоения заданного грузопотока при заданных параметрах нефтяного терминала. Оператору имитационной модели при следующем эксперименте следует сделать одно из двух возможных действий:

1. Увеличить максимальный объем нефтяного терминала;
2. Сократить объем грузопотока.

По мнению автора, наилучшим вариантом будет задание изначально завышенной емкости нефтяного терминала, и вывести на временной график динамику его фактического заполнения, пиковое значение которого и будет характеризовать максимальное использование перерабатывающей способности склада.

Модель позволяет рассмотреть работу нефтяного терминала, при разных процентных соотношениях рассматриваемых категорий транспортных средств, а также увеличить их количество, при несложной ее модификации. При наличии законов распределения интенсивности поступления транспортных средств, имитационная модель позволяет не только оценить максимальную перерабатывающую способность, но и достаточность инфраструктурных и технологических мероприятий по ее увеличению, в случае необходимости увеличения перерабатывающей способности нефтяного терминала.

С помощью имитационной модели можно рассчитать следующие основные показатели эффективности работы нефтяного терминала:

- Коэффициент загрузки каналов;
- Средняя длина очереди;
- Среднее время ожидания обслуживания;
- Вероятность ожидания обслуживания.

### **Заключение:**

В статье представлена имитационной модели работы нефтяного терминала ада, которая позволяет оценить достаточность его перерабатывающей способности в условиях обслуживания нескольких категорий транспортных средств, предназначенная для визуализации, анализа и поиска устойчивых параметров функционирования системы.

### **Список литературы:**

1. Белый О.В. Инновационные проблемы развития транспорта // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2010. - №4. – С. 97-100.
2. Белый О.В. Задачи и проблемы транспортной стратегии Российской Федерации // Доклады Международной Юбилейной научно-практической конференции Транспорт России: проблемы и перспективы 2015. –СПб.:, 2015. – С. 8-17.
3. Экспорт Российской Федерации сырой нефти за 2000-2015 годы [Электронный ресурс] // Центральный банк Российской Федерации. – Режим доступа: [www.cbr.ru/statistics/credit\\_statistics/print.aspx?file=crude\\_oil.htm](http://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/print.aspx?file=crude_oil.htm)
4. Долматов М. А., Нисенбаум Р. С., Плотников А. М., Федотов Д. О. Имитационное моделирование как инструмент оценки инженерных решений при разработке проектов развития судостроительных и судоремонтных предприятий России// Национальное общество имитационного моделирования. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/ikm-mtmts-64-69.pdf> (дата обращения 24.01.2015 г.).
5. Борщев А.В. Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем // Сборник докладов шестой всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2013). Том 1. // ISBN 978-5-9690-0221-0 // Издательство «ФЭН» Академии наук РТ, Казань, 2013, с. 21-34.
6. Тимченко В.С. Имитационная модель нефтяного терминала // Новые технологии в газовой промышленности. – 2015. – С. 197
7. Тимченко В.С. Имитационная модель оценки технических и экономических параметров работы нефтяного терминала в морском порту // Нефть и газ 2015. – 2015. – С. 192
8. Котенко А.Г., Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Оценка достаточности перерабатывающей способности распределительного склада тарно-штучных грузов, при обслуживании семи категорий транспортных средств // Интеллектуальные системы на транспорте. – 2015. – №5. – С. 135 – 144.

9. Галкина Ю.Е., Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Оценка перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования // Вестник транспорта Поволжья. – 2015. – №1. – С. 54-58
10. Константинов Е.В., Тимченко В.С. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа // Мир науки. – 2015. – №3. – С. 12.
11. Тимченко В.С. Имитационная модель автосервиса // Сборник трудов по материалам VI межвузовской научно-практической студенческой конференции, посвященной 60-летию Смоленского филиала МИИТ «Молодежь. наука. инновации» – 2015 – Смоленск: МГУПС, 2015. С. 120 – 122.
12. Тимченко В.С. Имитационная модель склада тарно-штучных грузов при обслуживании семи категорий автомобилей // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – 2015. – Том 2. – С. 82-87.
13. Тимченко В.С. Имитационное моделирование грузового фронта // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2015. – Том 1. – С. 383-386

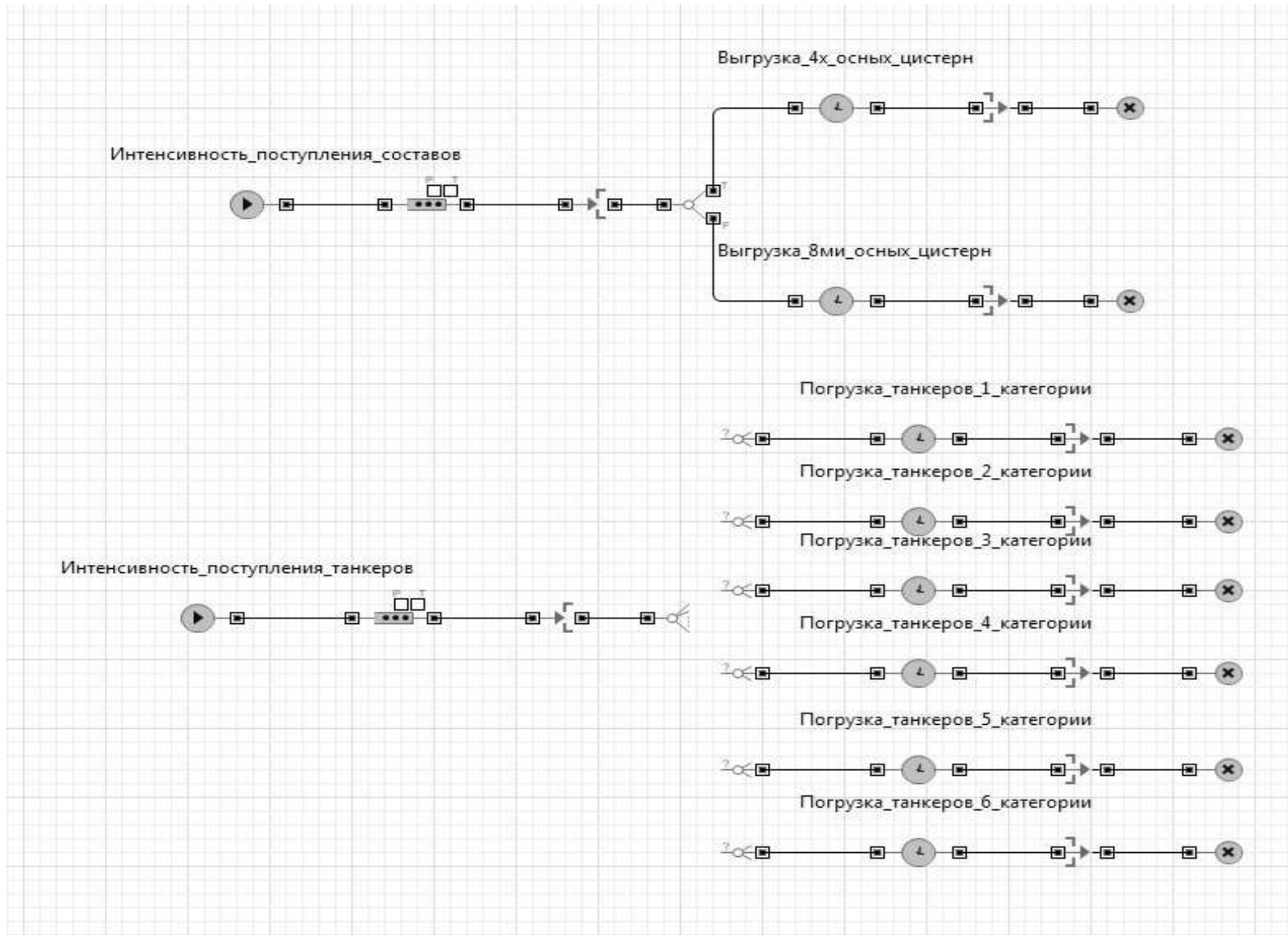


Рисунок 1. Структура имитационной модели нефтяного терминала