

## Имитационное моделирование как инструмент проектирования инфраструктуры терминально-логистического центра

**ПРИБЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ КАК ТОВАРА С ОПТИМАЛЬНЫМ СОЧЕТАНИЕМ КАЧЕСТВА И СТОИМОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНО ВАЖНА ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ. ИСПОЛЬЗУЯ СВОЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, НПЦ ИНФОТРАНС ПРЕДЛАГАЕТ РАССМАТРИВАТЬ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МАСШТАБИРУЕМУЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНУЮ ОСНОВУ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ФОРМИРУЮЩИХ РЫНОК ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА ПОТРЕБИТЕЛЯ.**

### Эффективность ТАЦ

За последние 25 лет произошло существенное смещение структуры грузооборота на железнодорожном транспорте в сторону доли сырьевых перевозок – практически в два раза снизилась доля грузов, при выборе способа транспортировки которых не могут быть рассмотрены альтернативы железной дороге. Проигрыш железнодорожников автомобилистам составляет уже не малые доли рынка, а вполне осязаемые миллионы тонн и соответствующий объем доходов.

В этой связи создание сети терминально-логистических центров (ТАЦ) представляет собой комплексное решение, позволяющее не только оптимизировать грузовую работу в транспортных узлах, но и реализовать потенциал контейнеризации грузопотоков, сформировать уникальные условия для развития новых видов транспортной деятельности (например, контейнерных перевозок), рынка логистических услуг, генерирования новых бизнес-процессов за счет создания современной многофункциональной терминально-складской инфраструктуры и интермодального линейного сервиса.

В апреле 2012 года правление ОАО «РЖД» одобрило Концепцию создания сети ТАЦ на территории РФ и утвердило план мероприятий по формированию опорной сети из трех железнодорожных портов и шести ТАЦ, в том числе пилотный проект «Белый Раст». По оценке специалистов РЖД, ввод в эксплуатацию мощностей первой очереди сети ТАЦ позволит дополнительно привлечь на железнодорожный транспорт грузопоток в объеме 100–120 млн т в год.

Для размещения объектов инфраструктуры ТАЦ «Белый Раст» используется участок площадью около 180 га в Дмитровском районе Московской области между автотрассой А-107 (бетонкой) и Большой Московской окружной железной дорогой (БМО), станцией примыкания является одноименная станция Московской железной дороги. В состав технологических объектов ТАЦ входят контейнерный и контейнерный терминалы, таможенная инфраструктура, терминалы для обработки крупногабаритных и тяжеловесных грузов, строительных материа-



**ВЛАДИМИР ЕФРЕМОВ,**  
к. т. н., ПЕРВЫЙ  
ЗАМЕСТИТЕЛЬ  
ГЕНЕРАЛЬНОГО  
ДИРЕКТОРА  
НПЦ ИНФОТРАНС



**АЛЕКСЕЙ ЕФРЕМОВ,**  
к. т. н., ВЕДУЩИЙ  
СПЕЦИАЛИСТ  
НПЦ ИНФОТРАНС

лов, автотехники, комплекс складов различного профиля, деловой центр и пр. Проектный грузооборот составляет до 11,5 млн т в год.

Главным фактором успеха деятельности ТАЦ является обеспечение эффективности взаимодействия локальных логистических процессов. В связи с этим одной из приоритетных задач становится оптимизация функционирования объектов, составляющих единый технологический комплекс, прежде всего элементов транспортной инфраструктуры.

### Необходимость моделирования

Отсутствие практического опыта проектирования и эксплуатации подобных комплексов в РФ породило необходимость имитационного моделирования логистических процессов, лежащих в основе функционирования ТАЦ «Белый Раст», еще на предпроектной стадии в рамках аудита технологических и компоновочных решений, в подготовке и проведении которого приняли участие специалисты компаний Deutsche Bahn International, Metrans и ООО «Строймакс».

Терминально-логистические центры представляют собой сложные инфраструктурные объекты с многочисленными как внешними, так и внутренними функциональными связями. Универсальных методик проектирования и тем более анализа функционирования таких центров не существует. Поэтому проектировщикам ТАЦ, как правило, приходится использовать опыт создания уже действующих подобных объектов.

Одним из важных этапов предпроектных работ является поиск компоновочных и технологических решений, от которых во многом зависит эффективность функционирования ТАЦ. Под эффективностью в данном случае подразумевается соответствие заявленных показателей их реальным значениям. Например, ответы на вопросы, сможет ли ТАЦ обработать N грузовых

контейнеров в сутки или какова будет фактическая производительность пунктов погрузки-разгрузки грузовых фур и других, очень важны для понимания выбора тех или иных вариантов используемых технологий. Поэтому для решения таких задач специалистами НПЦ ИНФОТРАНС было предложено имитационное моделирование, позволяющее

в короткие сроки проверить адекватность проектных решений.

Использование модели на этапе проектирования дает возможность апробирования различных технических и технологических решений (в объеме модельных показателей), выявить недостатки и помочь их устранить. Применение модели на этапе функционирования способствует пониманию последствий управляющих воздействий и является немаловажной частью системы поддержки принятия решений. Актуальность имитационного моделирования обусловлена еще и тем, что, в отличие от расчетных методов проектирования, модель учитывает и случайные события (поломку оборудования, накопление очередей, погодные условия, нарушение расписания и др.). Прогон вариантов «что, если...» на срок в несколько месяцев или лет занимает минуты и позволяет не только сравнить конечные результаты расчетов, но и проследить динамику изменения показателей функционирования терминального комплекса.

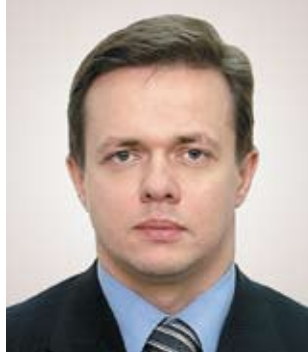
#### **Палитра возможностей**

В статье представлены возможности действующей имитационной модели ТЛЦ «Белый Раст», который не имеет аналогов в нашей стране по своей проектной концепции. Модель была реализована специалистами НПЦ ИНФОТРАНС (г. Самара) на выбранной имитационной платформе AnyLogic, которая обеспечивает построение дискретно-событийных имитационных моделей. Выбор платформы был обусловлен наличием в составе AnyLogic специализированных библиотек объектов железнодорожного транспорта, возможностью экспорта готовой модели в отдельное приложение и расширения модели с использованием языка программирования Java.

В качестве исходных данных был использован генеральный план размещения объектов ТЛЦ «Белый Раст» и их спецификации, а также планируемые инфраструктурные объекты по грузопереработке и соответствующие технологические решения.

В состав модели были включены следующие основные инфраструктурные объекты.

1. Интермодальный терминал, в который вошли: контейнерный и контрейлерный терминалы, подъездные и погрузочно-разгрузочные железнодорожные пути, подъемно-транспортное оборудование, депо для хранения порожних контейнеров, ремонтная зона, зона и склад СВХ, автомобильные проезды и КПП.
2. Склад для кросс-докинга.
3. Склад длительного хранения (автомобильный).
4. Склад с подъездами авто-ж/д с делением на зоны хранения опасных грузов и генеральных.
5. Терминал для погрузки-выгрузки автомобилей (крытый склад для хранения транспортных средств, подъездные и погрузочно-разгрузочные железнодорожные пути, КПП).



**СЕРГЕЙ ГРИШИН,**  
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР  
ООО ТЛЦ «БЕЛЫЙ РАСТ»



**АНДРЕЙ КРЯЖЕВ,**  
РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА  
ООО «СТРОЙМАКС»

6. Терминал инертных грузов с подъездными путями и КПП.

7. Автодорожная инфраструктура ТЛЦ, КПП, места стоянок автотранспорта.

Выполненная в среде AnyLogic имитационная модель (рис. 1) позволяет задавать различные расписания прибытия поездов, изменять количество вагонов в составе поезда, их заполнение и процент выгрузки, технические характеристики подъемно-транспортных средств (грузоподъемность, количество, производительность и пр.), параметры инфраструктурных объектов (емкость складов, количество ворот для погрузки-разгрузки, ярусность складирования и др.), структуру и назначение контейнерного потока и др. В модель заложена возможность изменения параметров системы терминального транспорта (количество тягачей, максимальные размеры очередей, время задержки на КПП и др.).

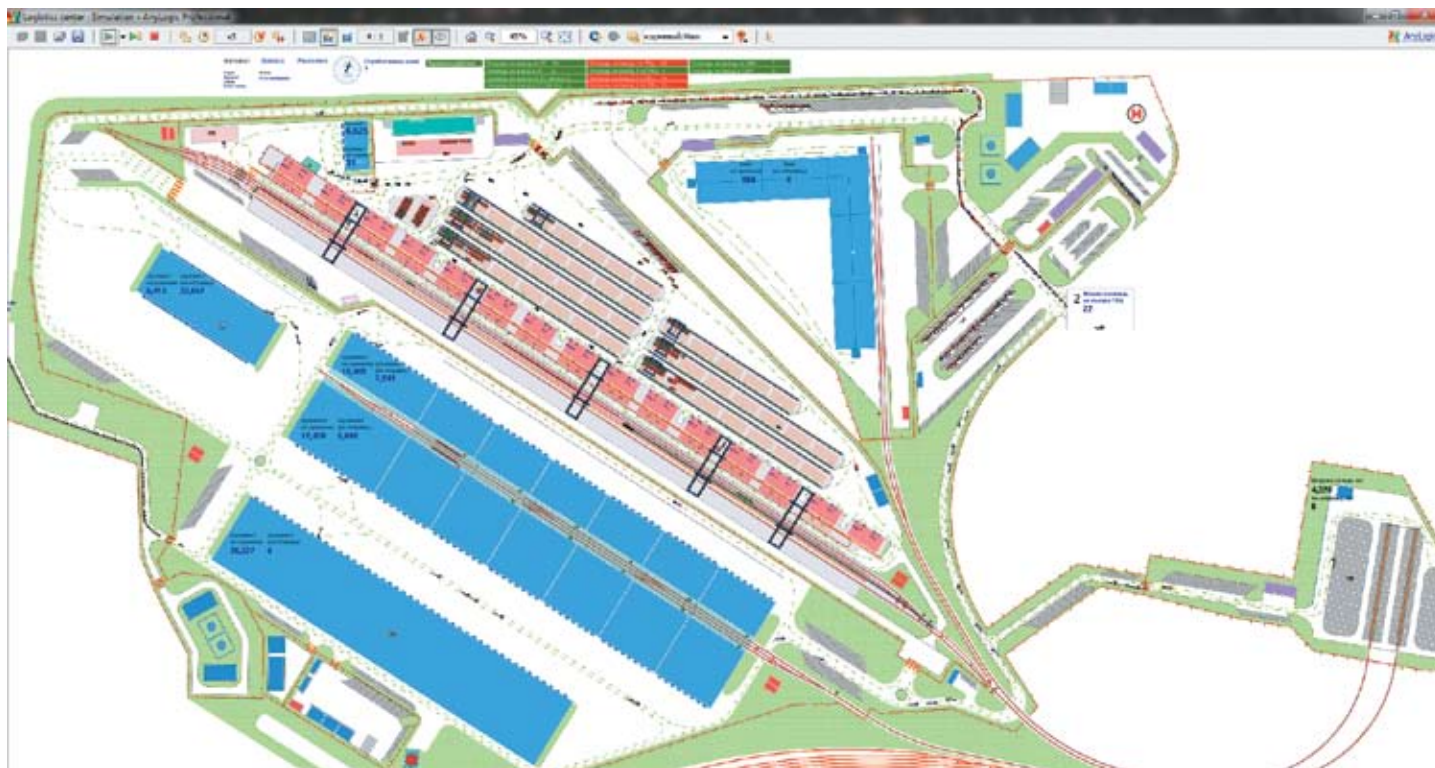
Задание исходных параметров выполняется как в окне самой модели (рис. 2), так и с помощью таблиц MS Excel. Такой подход позволяет учитывать не только простые численные параметры, такие как интенсивность суточного прибытия поездов, но и сложные структуры данных – например, расписание их движения.

Имитационная модель отслеживает такие параметры функционирования ТЛЦ, как объем и структура контейнеропотока, количество обработанного автотранспорта по типу и назначению (контейнеровозы, автовозы, фуры и др.), загрузка складских и терминальных мощностей, количество выполненных операций с контейнерами по виду операции (досмотр в зоне СВХ, погрузка на контейнеровоз с поезда, хранение в контейнерном депо и т. д.). Все данные сохраняются в структурированном виде в таблицах MS Excel и доступны для статистической обработки и анализа (рис. 3).

Анализ прогона имитационной модели ТЛЦ «Белый Раст» позволил выявить ряд узких мест, ограничивающих функционирование терминального комплекса. Основное негативное влияние оказывал существенный дефицит пропускной способности автодорожной инфраструктуры. На КПП ТЛЦ происходило формирование очередей из автотранспортных средств, обусловленное несогласованностью фактических параметров грузопотока и пропускной способности КПП и автотранспортных коммуникаций. Следствием очередей стало раннее затаривание складских зон из-за нехватки автотранспорта для вывоза грузов.

Кроме того, прогон модели выявил необходимость оптимизации технологии разгрузки поезда для предотвращения затаривания подкрановой зоны.

Следует отметить, что суточный проектный грузопоток (полная мощность) ТЛЦ обеспечивается работой нескольких тысяч единиц крупнотоннажного автотранспорта, что создает существенную нагрузку на прилегающую к терминальному комплексу улично-дорожную сеть. В данном случае очевидна необходимость расширения модели путем добавления прилегающей автодорожной



**Рис. 1.** Анимация имитационной модели ТЛЦ «Белый Раст»

сети для анализа пропускной способности примыканий к улично-дорожной сети общего пользования, а также оценки эффективности соответствующих компоновочных и технологических решений.

На основании прогона модели в проекте ТЛЦ «Белый Раст» были уточнены технологические и технические параметры складских зон, согласована структура контейнеропотока и терминального транспорта (количество тягачей), так как различные объемы контейнеров требуют изменения количества тягачей для обработки. Созданная модель позволяет в кратчайшие сроки проигрывать различные корректировки (сочетания корректировок) инфраструктурного и технологического характера и способствовать выбору оптимального решения.

В данном материале отражены вопросы оптимизации внутренних связей, характерных для функционирования такого рода объектов, как ТЛЦ «Белый Раст». Однако в дальнейшем целесообразно настроить модель для учета внешних факторов, влияющих на стабильность и эффективность работы центра. К этим факторам относятся прежде всего регламенты взаимодействия ТЛЦ с другими объектами транспортной инфраструктуры, входящими в грузопроводящую цепь (или транспортно-логистическую систему) региона, страны или транснациональное логистическое поле. Становится очевидной настоятельная необходимость постепенной интеграции в единое модельное поле все большего количества терминально-логистических объектов. Созданная таким образом имитационная макро модель будет способна не только ответить на вопросы, связанные с повышением эффективности взаимодействия разных

ТЛЦ, но и решить задачи маршрутизации тех или иных грузов и формирования эффективной транспортно-логистической инфраструктуры.

В масштабе страны создание и введение такой модели, безусловно, задание федерального уровня. Очень важно, что его решение предопределено Стратегией развития железнодорожного транспорта до 2030 года, принятой правительством РФ.

#### **Выводы**

- Имитационное моделирование производственной деятельности ТЛЦ «Белый Раст» позволило выявить ряд критичных инфраструктурных ограничений, прежде всего, недостаточную пропускную способность элементов автодорожной инфраструктуры терминала: КПП, места пересечений транспортных потоков, места примыкания к улично-дорожной сети и пр. Результаты моделирования легли в основу проведенной корректировки отдельных компоновочных и технологических решений.
- Использование имитационного моделирования на стадии проектирования позволяет сформулировать технические требования к элементам системы информационного обеспечения логистической деятельности в ТЛЦ, в том числе в части планирования и оперативно-диспетчерского управления внутренними транспортными потоками.
- Учитывая значительные изменения региональных транспортных потоков в связи с вводом грузоперерабатывающих мощностей, весьма перспективно использовать имитационное моделирование для прогнозирования ситуации на инфраструктурных объ-

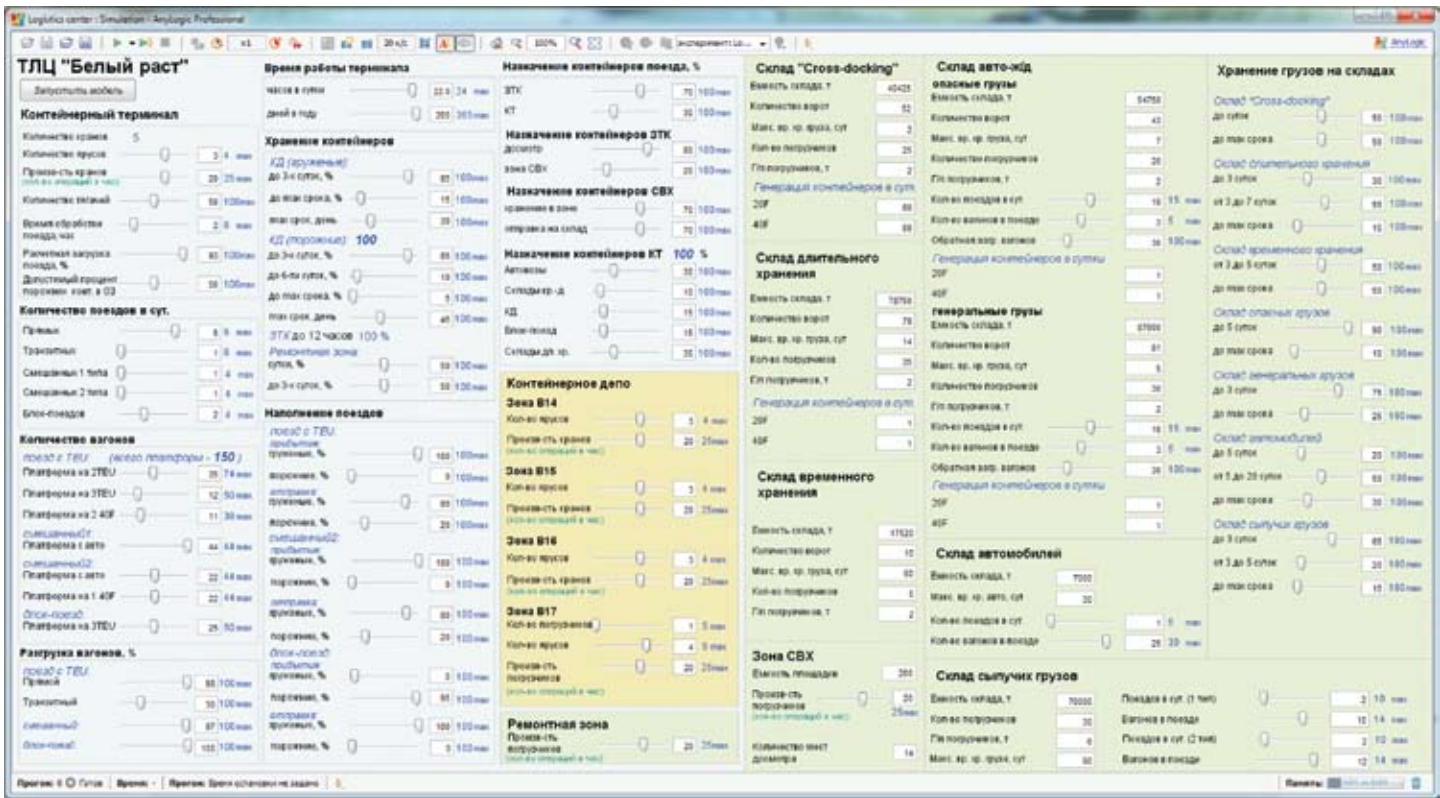
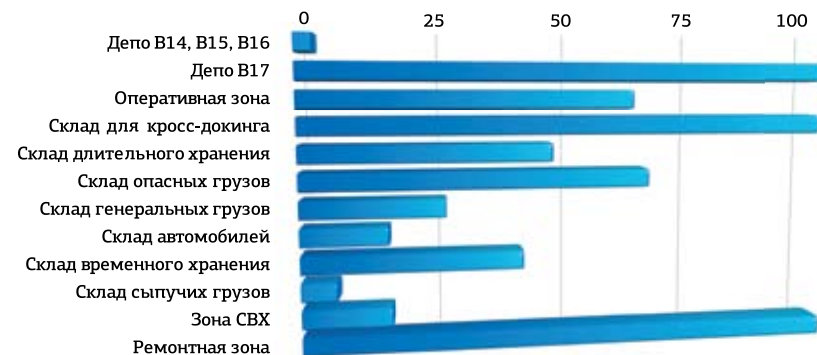


Рис. 2. Окно задания основных параметров модели

ектах общего пользования в зоне влияния региональных ТЛЦ.

- Имитационная модель функционирования ТЛЦ, включая как внутренние логистические процессы, так и сопряженные внешние, должна составлять одну из методологических основ проектирования крупных терминально-логистических комплексов.
- Ввиду планов ОАО «РЖД» по реализации Концепции создания сети ТЛЦ на территории Российской Федерации и в этой связи – необходимости осуществления единой технической политики при формировании терминально-логистической инфраструктуры возникает необходимость разработки соответствующих нормативных документов на уровне Министерства транспорта РФ.

**СРЕДНЕСУТОЧНАЯ ЗАНЯТОСТЬ, % (данные на 7-й день)**



**КОЛИЧЕСТВО ОПЕРАЦИЙ С КОНТЕЙНЕРАМИ (20 ФУТОВ), ШТ.**

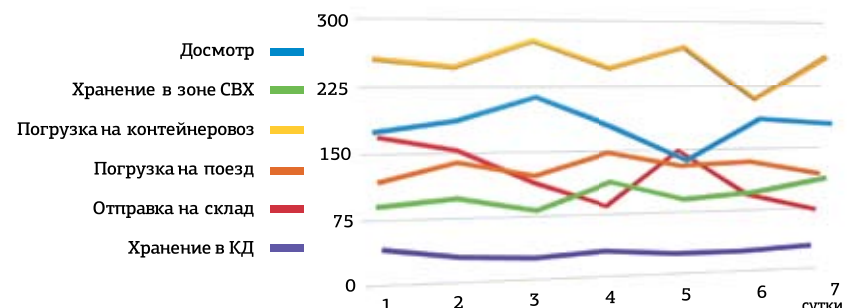


Рис. 3. ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

**ИНФОТРАНС**

**ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС**  
 РФ, 443001, Самара, ул. Полевая, 47  
 Тел.: (846) 337-51-26; факс: (846) 337-52-18  
 E-mail: office@infotrans-logistic.ru  
 www.infotrans-logistic.ru