

- 1) автоматизация расчета экономических параметров ЛО (себестоимости контейнеро-операции и оценки оперативной работы);
- 2) автоматизация проектирования технических параметров ЛО;
- 3) автоматизация выбора экономически целесообразного типа вагона, грузозахватного устройства и автоматизированной системы управления, которая может применяться в технологическом процессе ЛО.

Таким образом, в работе отражены результаты программирования расчета альтернативных логистических цепей.

Программа может применяться для рационального управления логистическими цепями, для выбора альтернативных схем доставки, оптимизации управления цепями поставок, сметно-финансового расчета строительства ЛО (с учетом целесообразности его включения в логистическую цепь). Программа может использоваться любыми организаторами процесса перевозок, лицами, принимающими решения, во всех сферах логистики.

#### Список литературы

- 1 **Ефимов, В. В.** Сравнительная оценка экономической эффективности различных вариантов доставки грузов : учеб.-метод. пособие / В. В. Ефимов, Н. Г. Кобозева, А. И. Гончаров. – СПб. : ПГУПС, 2012. – 82 с.
- 2 **Покровская, О. Д.** Классификация узлов и станций как компонентов транспортной логистики / О. Д. Покровская // Вестник транспорта Поволжья. – 2016. – № 5 (59). – С. 77–86.
- 3 **Pokrovskaya, O. D.** Chi terministica reale come una nuova direzione scientifica / O. D. Pokrovskaya // Italian Science Review. – 2016; 1(34). – P. 112–116.

УДК 656.225.04

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*Н. А. КЕКИШ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Достоверное прогнозирование транспортных потоков является необходимым условием эффективного функционирования современных сложных транспортных систем. Объемы нагрузки на транспортную систему в краткосрочном периоде служат основой для оперативного планирования ее работы и взаимодействия ее элементов. Для железнодорожного транспорта этот процесс особенно важен в силу более сложной по сравнению с другими видами транспорта технологии использования инфраструктуры. Не менее критичным достоверное прогнозирование транспортных потоков является для определения направлений развития в долгосрочном периоде, поскольку такое стратегическое планирование, как правило, связано с крупными инвестициями в инфраструктуру и подвижной состав, и ошибка (как в сторону занижения, так и в сторону завышения потенциальных объемов перевозок) неизбежно приводит к крупным финансовым потерям. Поэтому совершенствование методов прогнозирования транспортных потоков является актуальной задачей для любой железнодорожной администрации, и в частности, для Белорусской железной дороги.

Применяемые в настоящее время методы прогнозирования объемов железнодорожных перевозок для целей оперативного планирования и управления, в частности для разработки плана формирования и графика движения грузовых поездов, в основном опираются на ретроспективный анализ выполненной транспортной работы. Данный подход в современных условиях имеет всё меньше и меньше шансов на получение качественного результата по ряду причин. Выявление его недостатков позволяет определить пути совершенствования методов прогнозирования.

Современный рынок транспортных услуг является крайне динамичным как со стороны спроса, так и со стороны предложения. Идет постоянный процесс появления новых субъектов хозяйствования – потенциальных потребителей транспортных услуг и исчезновения существующих ввиду ликвидации, реорганизации, передислокации производства. Из-за быстрой адаптации производства к потребностям рынка, смены ассортимента выпускаемой продукции, активно изменяющейся географии поставщиков и потребителей субъекты хозяйствования гораздо менее стабильны в привер-

женности одному конкретному виду транспорта, чем раньше. Параллельно идет процесс реакции на эти изменения перевозчиков, предлагающих новые услуги, регулирующих свою ценовую политику. Количество перевозчиков также изменяется (в основном это касается частного сектора автоперевозчиков), что в итоге приводит к непрерывному процессу перераспределения долей транспортного рынка между видами транспорта. Прогнозирование, основанное на ретроспективном анализе объемов перевозок одним видом транспорта, таким образом, не учитывает эту динамику и потому не дает качественного результата, адекватно оценивающего потенциальную нагрузку на транспортную систему в целом с учетом взаимовлияния различных видов транспорта.

Вторым важным фактором, ограничивающим сферу применения статистических регрессионных моделей, является возникновение так называемых «черных лебедей» (по выражению американского финансового аналитика Н. Талеба) – плохо прогнозируемых обычными статистическими методами событий, оказывающих исключительно сильное, зачастую катастрофическое влияние, в корне изменяющее существующее положение. Примерами таких событий являются политические и военные конфликты, введение экономических санкций, карантины и эпидемии, стихийные бедствия. Ретроспективный анализ выполненных объемов перевозок не дает никаких ключей к прогнозу таких событий. Поскольку белорусская транспортная система, и в частности железная дорога, в силу географического положения ориентирована в первую очередь на обслуживание транзитных потоков, то она находится в сильной зависимости от политической и экономической ситуации в близлежащих государствах и все события подобного характера в них немедленно сказываются на эффективности работы этой системы. На первый взгляд кажется, что прогноз таких событий невозможен в принципе, однако в большом количестве случаев это не так, и прогноз может быть выполнен альтернативными методами на основании различных типов данных, не используемых в настоящее время в классических методах, основанных на обработке ретроспективной статистики.

Еще одним минусом использования статистических регрессионных моделей является ограничение по характеру и объему используемых входных данных. С одной стороны, широкое распространение современных информационно-управляющих систем упрощает сбор исходных данных для ретроспективного анализа и должно способствовать повышению качества прогнозных моделей. Однако на практике в распоряжении имеется огромный массив данных, которые потенциально могут оказывать влияние на результат прогноза, но не используются в модели из-за роста количества переменных и сложности установления взаимосвязи между ними при применении традиционных методов прогнозирования. Также проблему представляет введение в модель трудно формализуемых данных экспертного характера и неполных данных. Вследствие этого улучшение информационного обеспечения (увеличение объема доступных данных для прогнозирования) парадоксальным образом не улучшает качество результата.

Преодоление указанных недостатков применяемых в настоящее время методов прогнозирования транспортных потоков возможно на основе системного подхода с комбинированным использованием эконометрических методов и методов на базе машинного обучения искусственных нейронных сетей. Этот подход предусматривает комплексный учет взаимосвязи всех сегментов рынка транспортных услуг и динамическое изменение распределения долей этого рынка между видами транспорта. Эконометрические методы позволяют выполнить количественный анализ факторов экономического характера, влияющих на объем перевозок со стороны спроса. Метод прогнозирования на базе машинного обучения искусственных нейронных сетей, в свою очередь, обладает уникальной способностью достигать результата при работе с неполными или частично искаженными данными. Эта особенность исключительно важна при работе с массивами данных, полученных из разных источников. Возможности машинного обучения искусственных нейронных сетей позволяют установить неявно выраженные взаимосвязи между различными факторами экономического, технического, технологического, социального, политического характера, способные оказать влияние на результат прогноза. Мировая практика его применения в прогнозировании транспортных потоков показывает, что по качественным параметрам получаемого результата он превосходит традиционные модели множественной регрессии.

Важнейшее значение для качества получаемого прогноза имеет создание массива исходных данных для формирования прогнозных моделей. Как уже отмечалось выше, дорожные системы в процессе своего функционирования постоянно обрабатывают огромные объемы данных, и далеко не все из тех, которые описывают влияющие параметры, в настоящее время агрегируются для ис-

пользования в прогнозе вагонопотоков. Другим потенциально полезным источником исходных данных для прогноза, особенно в аспекте применения эконометрических методов, являются данные о деятельности субъектов хозяйствования, о динамике изменения основных показателей функционирования экономики соседних государств, данные фондовых рынков, данные о миграции и экономической активности населения, находящиеся в открытом доступе. Современные методы сбора и перекрестной проверки данных открытого доступа позволяют в сжатые сроки и с минимальными затратами создать обширную базу достоверных исходных данных для разработки прогнозных моделей, включая формирование обучающих и тестовых выборок для реализации процессов машинного обучения. Разнообразные данные открытого доступа могут существенно повлиять на качество прогноза транспортных потоков, но в настоящее время используются с этой целью в крайне малом объеме либо не используются вообще.

Таким образом, для повышения качества функционирования транспортной системы в целом и железной дороги в частности необходимо изменение подходов к прогнозированию транспортных потоков с переходом к использованию комплекса эконометрических методов и методов на базе машинного обучения искусственных нейронных сетей. Особое внимание должно быть уделено формированию расширенного массива исходных данных для прогнозирования с использованием как внутренних корпоративных баз данных, так и данных открытого доступа, которые потенциально могут оказывать влияние на результат прогноза.

УДК 656.2.003

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

*Е. А. КИРЕНЯ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

*О. В. ЛИПАТОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Актуальность проблемы повышения эффективности использования грузовых вагонов как одного из ключевых средств производства рынка железнодорожных транспортных услуг обусловлена рядом объективных причин. Основной из них является переход железнодорожного грузового транспорта на качественно иной уровень развития, что требует решения широкого круга научных задач, в том числе, связанных с теоретико-методическим обоснованием мероприятий по повышению эффективности использования, в первую очередь – грузового вагонного парка. Грузовой вагон – это ключевая бизнес-единица предприятий железнодорожного подвижного состава, эффективность использования которой формирует доходы и расходы, прибыль и рентабельность, непосредственно влияет на эффективность деятельности всех участников рынка железнодорожных транспортных услуг – Белорусской железной дороги, грузоотправителей, экспедиторов и различных посредников.

Решение задачи по обоснованию системы показателей и оценке эффективности использования вагонного парка базируется на поэтапном подходе, в основе которого лежит применение прикладного научного инструментария для принятия важнейших управленческих решений на макро-, микроэкономическом уровнях. Система показателей должна не только дать целостную характеристику свойств изучаемого объекта, позволить оценить эффективность использования производственных ресурсов, но и разработать основные направления их развития.

Так, использование вагонов в перевозочном процессе оценивается с помощью системы количественных и качественных показателей, которые в совокупности определяют критерии оценки использования грузовых вагонов.

Основными количественными показателями, характеризующими использование вагонов в общем технологическом процессе перевозок, при этом являются вагоно-километры, вагоно-часы, погружено и выгружено, принято груженых вагонов, работа, вагонооборот, количество грузовых и технических операций.

Анализ количественных показателей использования вагонного парка позволяет установить происходящие изменения и оценить формирующиеся тенденции в использовании вагонов. Оценка си-