

Согласно закону Гука для ортотропных тел на границе раздела с жестким основанием имеем зависимость $\sigma_x = (S_{12} / S_{11}) \sigma_y$, что подтверждается расчетами по формулам для вычисления напряжений [1]. Для разных соотношений толщин покрытий произведен расчет напряжений $\sigma_x = k\sigma_y$.

Список литературы

- 1 **Можаровский, В. В.** Прикладная механика слоистых тел из композитов / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – Минск : Наука и техника, 1988. – 280 с.
- 2 Реализация алгоритмов расчета напряженно-деформированного состояния элементов машин и трибологических систем / В. В. Можаровский [и др.] // Теоретическая и прикладная механика. – 2020. – № 35. – С. 37–44.

УДК 656.22

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

А. К. МОЗАЛЕВСКАЯ, Е. В. МАЛОВЕЦКАЯ

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Динамика погрузки грузов на железных дорогах, несмотря на наличие внешних экономических и политических факторов, возрастает, оказывая существенное влияние на эксплуатационные показатели работы и распределение вагонного парка между железными дорогами, что, в частности, сказывается на значениях участковой скорости [1]. Значительное отклонение фактических показателей от планов показывает некоторую неточность получаемых прогнозных значений при использовании существующих методик, так как на практике достаточно сложно увидеть результаты работы систем и оценить качество прогнозов. Для разработки устойчивых прогнозов изменения транспортных потоков целесообразно применять метод многоэтапного системного прогнозирования, основанный на построении временных рядов [2–4], анализ которых можно проводить при помощи пакета прикладных программ [5], позволяющего в автоматическом режиме оценивать изменения вагонопотоков, которые поступают на стыковые пункты железных дорог Восточного полигона. Это позволит выдвинуть ряд предложений по повышению эффективности использования тягового и нетягового подвижного состава.

В предлагаемом докладе рассматриваются возможности применения комплексного прогнозирования при формировании пакетов прикладных программ.

Теория комплексного прогнозирования, которая объединяет неофициальные и формальные методы, всё еще нуждается в существенном развитии, поскольку введение статистических данных не дает в полном объеме отразить изменения в структуре, происходящие в транспортном комплексе Российской Федерации, в согласовании с намечаемыми и реализуемыми планами. Для анализа были взяты железнодорожные стыковые пункты Мариинск (Красноярская ж. д., Тайшет (ВСЖД), Петровский завод (ЗабЖД) и Архара (ДВЖД). Динамика размеров передачи вагонов по одному из исследуемых стыков (Мариинск) представлена на рисунке 1. По данным графиков достаточно хорошо прослеживаются значительные отклонения фактических размеров вагонопотоков от плановых.



Рисунок 1 – Размеры передачи вагонов по междорожному стыку Мариинск в 2021–2022 г.

Аналогичную картину можно увидеть при анализе сдачи поездов по другим исследуемым стыковочным пунктам. Построение прогноза включает 5 стадий: предпрогнозная; аналитическая; сценарное прогнозирование; экспертная; корректировочная. Полученная модель является достаточно точной, так как средняя абсолютная ошибка (МАРЕ) составляет 1 %. Итогом корректировки является сопоставление модели и ряда с экспертной корректировкой. Модель, которая была построена методом сезонности и тренда, максимально точная, так как имеет наименьшее значение среднеквадратического отклонения [4].

Результатом проведенного анализа является разработанный программный продукт (рисунок 2), позволяющий в автоматическом режиме проводить анализ изменений вагонопотоков, поступающих на стыковочные пункты железных дорог Восточного полигона, за расчетный период [5].

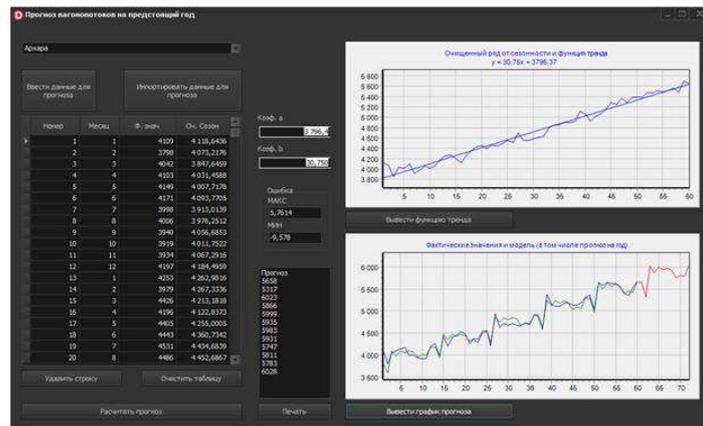


Рисунок 2 – Интерфейс диалогового окна программы расчета вагонопотоков на прогнозный период

Необходимо отметить, что построение прогноза вагонопотоков – первоначальный этап прогнозирования, на основе которого в дальнейшем можно осуществить ряд других задач. По итогам проводимого исследования при построении комплексной модели прогноза можно сделать ряд выводов: модель, построенная в нормальных (стабильных) условиях по историческим данным, дает достаточно точный прогноз; последние 4 года показали, что на систему могут значительно влиять другие факторы, не связанные с развитием самой системы, для учета которых в модель прогноза необходимо вводить дополнительные коэффициенты и критерии оценки прогноза.

Полученные результаты исследований показывают адекватность модели с учетом экспертной корректировки прогноза. Получены максимально точные значения, что доказывает состоятельность прогнозов для первоначального этапа. Анализ работы стыковочных пунктов наглядно показывает, что вопросам развития планирования и прогнозирования транспортных потоков уделяется недостаточно внимания. Также необходимо применение комплексного подхода при составлении прогнозов.

Список литературы

- 1 Маловецкая, Е. В. Возможности повышения эффективности перевозочного процесса на основе построения комплексных прогнозных моделей загрузки инфраструктуры / Е. В. Маловецкая, А. К. Мозалевская // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2023. – Т. 17, № 7. – С. 38–46. – DOI : 10.36724/2072-8735-2023-17-7-38-46.
- 2 Развитие и интеграция информационных технологий управления перевозочным процессом при создании Цифровой Генеральной схемы развития сети ОАО «РЖД» в рамках проекта «Цифровая железная дорога» / А. Ф. Бородин [и др.] // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». – 2021. – № 6. – С. 5–14.
- 3 Маловецкая, Е. В. Возможности применения моделей ARIMA при построении прогнозных значений вагонопотоков / Е. В. Маловецкая, А. К. Мозалевская // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 33–41. – DOI : 0.36724/2072-8735-2023-17-1-33-41.
- 4 Маловецкая, Е. В. Возможности корректировки вагонопотоков в адрес морских портов по средствам имитационного моделирования / Е. В. Маловецкая // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2022. – Т. 16, № 10. – С. 36–42. – DOI : 10.36724/2072-8735-2022-16-10-36-42.
- 5 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661676 Российская Федерация. Программа для определения технико-эксплуатационных показателей работы стыковой железнодорожной станции на основе использования статистических данных и вариантных прогнозных сценариев колебаний поступающих вагонопотоков № 2022660561 / Е. В. Маловецкая, А. В. Супруновский, А. К. Мозалевская. заявл. 07.06.2022; опубл. 24.06.2022 ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Иркутский гос. ун-т путей сообщения.