

Библиографический список

1. Грунтов П.С. Эксплуатационная надежность станций / Грунтов П.С. – М: Транспорт, 1986. 247с.
2. Попов А. Т. Система оперативной оценки эксплуатационной работы внутривозводской железнодорожной станции / А. Т. Попов, О. А. Суслова // Сборник тезисов докладов факультетской научно-технической конференции «Современные проблемы функционирования транспорта», - Липецк: ЛГТУ, 1998. С. 11 - 12.

УДК 656.225:004.4

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВАГОНОПОТОКАМИ

П.Н. Мишкурин (науч. рук. А.Н. Рахмангулов)

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ), 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38, кафедра «Промышленный транспорт»
ran@logintra.ru, wavemgk@gmail.com*

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы использования методов динамического программирования при управлении вагонопотоками в железнодорожных транспортных узлах и на путях необщего пользования промышленных предприятий.

Актуальность работы

Транспортная система страны характеризуется постоянным ростом объемов грузовых перевозок, а также усложнением их структуры в результате возникновения и развития компаний-операторов собственных вагонов (рис. 1) и появления большого числа нерегулярных струй вагонопотоков малой мощности.

Для выявления сложности структуры вагонопотоков был выполнен анализ мощности струй вагонопотоков методом диаграмм Парето (рис. 2, 3) для условий металлургического комбината.

Основные проблемы

Основная причина возникновения подобных явлений заключается в том, что принятая форма организации управления вагонопотоками на путях необщего пользования промышленных предприятий, основанная на управлении работой отдельных станций и движением отдельных поездов, недостаточно точно учитывает в оперативном режиме изменения структуры вагонопотоков.

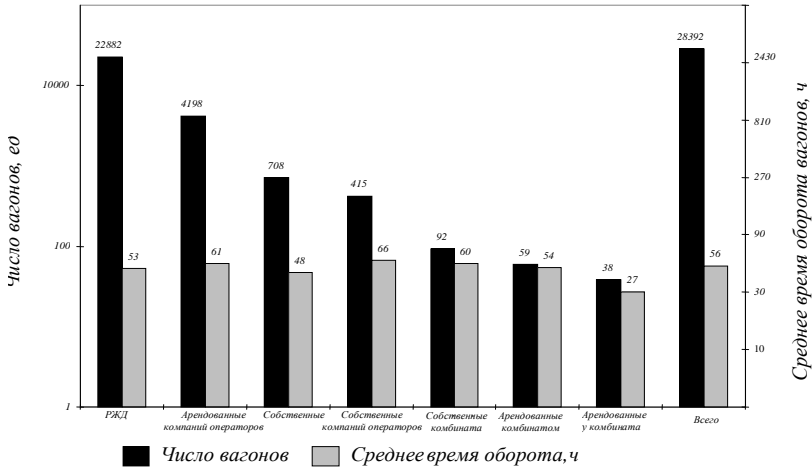


Рис. 1. Статистические характеристики числа вагонов по их собственнику, на примере Металлургического комбината за 2009 год

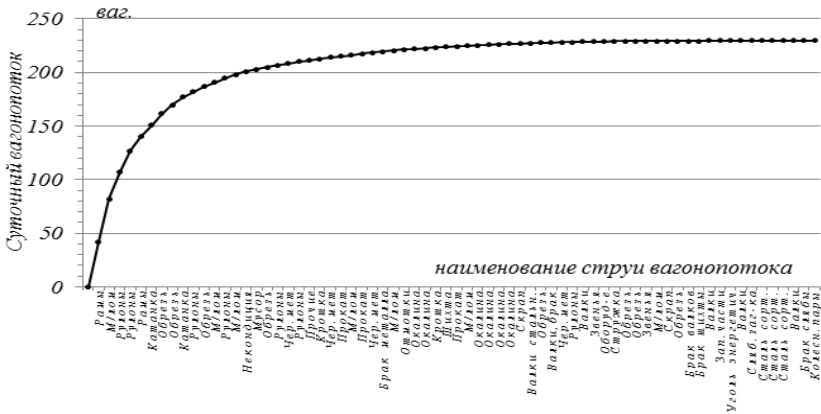


Рис. 2. Диаграмма Парето для струй вагонов заводского парка

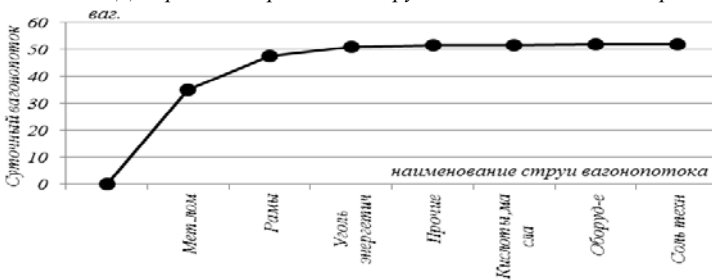


Рис. 3. Диаграмма Парето для струй частных вагонов

Это приводит к неэффективному использованию путевого развития, несоответствию фактических вагонопотоков расчетным, и, в результате, увеличению времени переработки вагонов. Для повышения точности учета изменения структуры вагонопотоков необходимо использовать современные методы оптимизации при управлении вагонопотоками.

Существующий в настоящее время математический аппарат позволяет решать транспортные задачи управления вагонопотоками в динамике с использованием метода динамического программирования. Однако практическое использование данного метода ограничено неточностью прогноза состояния системы управления (интенсивность струй вагонопотоков, использование пропускных и перерабатывающих способностей станций и перегонов и т.п.) даже на ближайшие 12 часов. Поскольку решение транспортных задач методом динамического программирования предполагает оптимизацию процесса с последнего этапа, то отсутствие достоверного прогноза значительно снижает точность расчетов и затрудняет применение известных динамических транспортных задач на практике.

Отмеченный недостаток частично устраняет метод динамического согласования (МДС) [5], разработанный доктором технических наук, лауреатом государственной премии П.А.Козловым. Метод динамического согласования основан на решении динамической транспортной задачи с задержками (ДТЗЗ), представляющей собой развитие содержательной постановки задачи линейного программирования в динамическую область [4]. Данный метод учитывает фактор времени при формировании структуры задачи и продолжительности доставки, и позволяет модели оптимизации реагировать на распределения объемов производства и потребления во времени, изменение запасов продукта в конечных и промежуточных пунктах.

Однако МДС не учитывает случайный характер процессов на стыке «производство - транспорт» и возникающих в результате этого потерь. [6]. Такие потери могут возникать как в результате отклонений времени доставки грузов потребителям от требуемых значений, так и при сбоях ритма производства (рис. 4).

Такой недостаток метода динамического согласования компенсирует стохастическая постановка динамической транспортной задачи с задержками (ДТЗЗ) с учетом случайного разброса времени доставки и времени потребления [6]. Задача оптимизации в стохастической постановке формируется в результате анализа взаимодействия отправителя и получателя в случайной среде и организует прибытие с запасом времени в зависимости от величины возможного ущерба от недопоставки и хранения. Стохастическая постановка ДТЗЗ увеличивает точность оптимизации на стыке транспорт – производство.

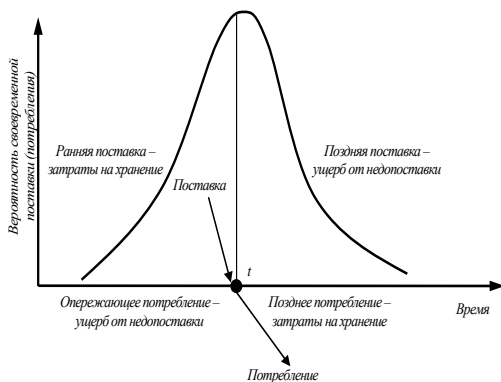


Рис. 4. Схема взаимодействия транспорта и производства

Недостатком известных методов решения ДТЗЗ в стохастической постановке является использование постоянных по величине интервалов планирования (этапов оптимизации, расчетных периодов). В этом случае внеплановые (случайные) вагонопотоки, зарождающиеся в границах периода оперативного планирования, переносятся на этап текущего планирования (рис. 5).

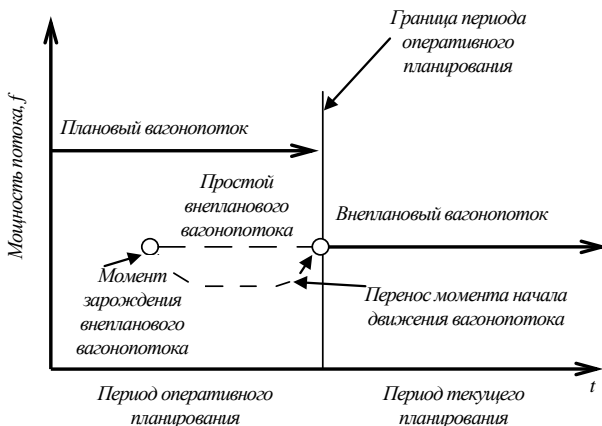


Рис. 5. Схема переноса внепланового потока на этап текущего планирования

Использование такой модели при создании математического обеспечения информационной системы оперативного управления вагонопотоками на путях необщего пользования может привести к их неоптимальному распределению, снижению качества транспортного обслуживания производства, увеличению времени простоя вагонов. Появление нерегулярных струй вагонопотоков, отличных от расчетных по мощности и времени оборота, приведет к периодическому возникновению несоот-

ветствий между наличной и потребной величиной пропускной способности транспортных элементов.

Для учета подобных внеплановых вагонопотоков, возникающих на этапе оперативного управления, необходимо усовершенствовать алгоритм метода динамического согласования.

Разработанный алгоритм корректировки маршрутов продвижения вагонопотоков в динамике с учетом изменения границ периодов оптимизации (рис. 6) состоит из трех основных частей:

1. Подготовка исходных данных. Железнодорожные пути необщего пользования промышленного предприятия описываются транспортной сетью, состоящей из вершин – поставщиков вагонопотоков, вершин – потребителей вагонопотоков, а также дуг, соединяющих вершины. Для каждой дуги задано время движения (стоимость, затраты), стоимость вагоно-часа, а также известны величины пропускных и перерабатывающих способностей дуг и вершин транспортной сети (блок 1 алгоритма).

2. Переход между этапами (периодами) оптимизации (от последующего к предыдущему) (блок 2). При переходе учитываются результаты расчета критерия оптимальности (суммарных затрат на продвижение вагонопотоков по транспортной сети), полученные на последующем периоде оптимизации, а также расчетного числа периодов оптимизации.

3. Оптимизация состояния системы на каждом периоде оптимизации путем выполнения следующих действий:

- сравнение интенсивности фактического вагонопотока с интенсивностью вагонопотока на предыдущем расчетном этапе для выявления величины отклонения между ними (блок 3);
- оценка резерва пропускной способности на возможность его использования для продвижения фактического вагонопотока по транспортной сети. В случае превышения мощности фактического вагонопотока резерва пропускной способности решается оптимизационная подзадача определения возможности разделения вагонопотока (блок 4);
- расчет продолжительности (границ) периода оптимизации. Выбор оптимальных границ периода динамической оптимизации t_0 осуществляется путем применения обобщённых функций при решении вариационных задач, с последующим дифференцированием и преобразованием функции плотности распределения случайной величины интенсивности вагонопотка. В результате определяется минимум суммарных затрат на корректировку и поддержку каждого фактического вагонопотока (блок 5).

Результатом реализации представленного алгоритма является план корректировки маршрутов продвижения вагонопотоков по транспортной сети.

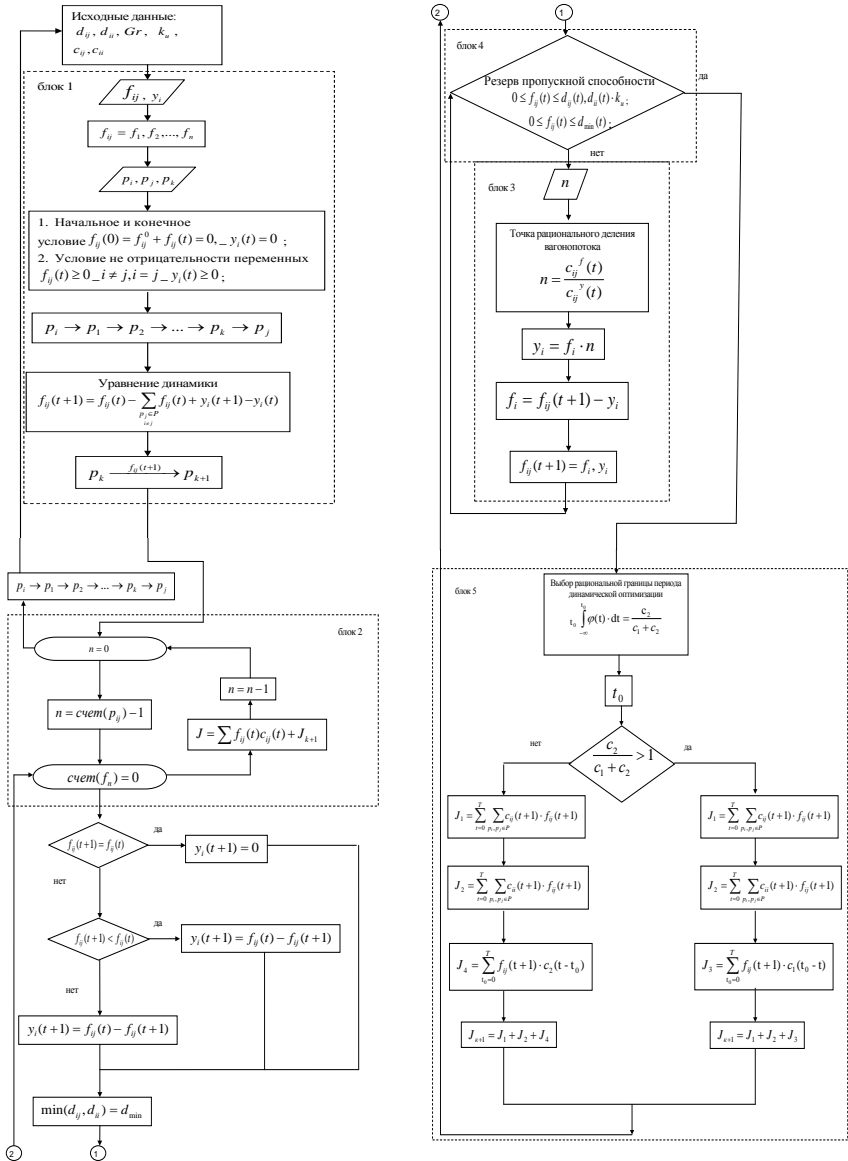


Рис. 6. Алгоритм корректировки маршрутов продвижения вагонопотоков на пути необщего пользования методом динамического программирования, учитывающим изменения границ периодов оптимизации

Заключение

Учет в оперативном режиме изменения структуры вагонопотоков и влияния маршрутов их движения по транспортной сети на величину пропускной способности дуг и вершин транспортной сети при решении транспортных задач в динамике позволит повысить оперативность и точность управления структурой и маршрутами продвижения вагонопотоков на путях необщего пользования промышленных предприятий и в железнодорожных транспортных узлах. Разработанный алгоритм возможно использовать в качестве основы для создания программного обеспечения информационной системы оперативного управления перевозочным процессом.

Библиографический список

1. Трофимов С.В., Рахмангулов А.Н. Выбор оптимальных методов оперативного управления работой промышленных транспортных систем: Монография. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И.Носова, 2000. 145 с.
2. Рахмангулов А.Н. Методы оптимизации транспортных процессов: Учебное пособие. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И.Носова, 1999. 114с.
3. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960.
4. Миловидов С.П., Козлов П.А. Динамическая транспортная задача с задержками в сетевой постановке // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика, 1982. № 1. С. 211-212.
5. Козлов П.А., Владимирская И.П. Метод оптимизации взаимодействия в производственно-транспортных системах / Современные проблемы науки и образования, 2009. № 6. С. 17 – 19.
6. Александров А.Э. Якушев Н.В. Стохастическая постановка динамической транспортной задачи с задержками с учетом случайного разброса времени доставки и времени потребления / Управление большими системами. Выпуск 12-13. – М.: ИПУ РАН, 2006. С. 5 – 14.
7. Козлов П. А., Миловидов С.П. Метод динамического согласования производства и транспорта: Сб. тр. ИКТП. Вып. 105. – М., 1985. С.156 – 163.