

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОПЕРАТИВНЫМ ПЕРСОНАЛОМ ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОПЕРАТИВНОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ СТАНЦИЙ

Золотарев С.А.¹, Сиразетдинова А.Д.¹

¹*Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия (660028, Красноярск, ул. Ладос Кецховели, 89), e-mail: serg_90_@mail.ru*

В работе представлены условия, усложняющие транспортные потоки на путях необщего пользования, что в свою очередь влечет за собой усложнения продвижения транспортного потока на путях общего пользования. В связи с этим предложено разработать новые методики управления вагонопотоками на путях необщего пользования. В статье рассматривается предложение сокращения времени оборота вагонов на путях необщего пользования за счет оптимизации маршрутов следования с применением методов математического моделирования. Как известно, потоковая транспортная задача производит поиск оптимального маршрута по стоимости перемещения или по времени движения между точками сети. Авторами предложено установить изменяющиеся оценки дуг, которые будут зависеть от степени загруженности станций. Решение поставленной задачи позволит определить оптимальный маршрут движения вагонов.

Ключевые слова: пути необщего пользования (ПНП); вагонопотоки; оптимизация маршрутов следования; потоковая транспортная задача.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR DECISION SUPPORT OPERATIONAL STAFF OF PRIVATE USAGE ON THE BASIS OF THE OPERATIONAL LOAD STATIONS

Zolotarev S.A.¹, Sirazetdinova A.D.¹

¹*Krasnoyarsk Railway Institute - "Irkutsk State University of Railway Transport", Krasnoyarsk, Russia (660028, Krasnoyarsk, street Lado Ketskhoveli 89), e-mail: serg_90_@mail.ru*

We present conditions complicate traffic flows on non-public ways, which in turn leads to complications of traffic on the roads of general use. In this regard, proposed to develop new methods of management of traffic volumes on the roads uncommon. The article discusses a proposal reducing turnaround time of wagons on the way non-public by optimizing the routes taken by using the methods of mathematical modeling. As is known, the transport stream problem searches for an optimal route or cost of moving -time traffic between network points. The authors are prompted to install the changing assessment of the arcs that will depend on how busy the station. The solution of the problem will determine the optimal route of the cars.

Keywords: ways uncommon; traffic volumes; optimization of routes taken; streaming transport problem.

Мониторинг работы путей необщего пользования (ПНП) металлургических предприятий за последние пять лет показал, что в условиях усложнения транспортных потоков, вызванных появлением различных собственников подвижного состава, значительной неравномерности поступающих грузов и отправляемой готовой продукции, постоянной реконструкции путевого развития необходимо разрабатывать новые методики управления вагонопотоками на путях необщего пользования.

Данные задачи рассматривались учеными Кочневым Ф.П., Сотниковым И.Б., Козловым П.А., Александровым А.Э. и многими другими. Исследования данных ученых направлены на разработку рациональных планов формирования поездов, графиков движения поездов по всей сети железных дорог.

Предлагается время оборота вагонов на ПНП сократить за счет оптимизации маршрутов следования. Определение маршрутов следования возможно проводить с помощью методов математического моделирования [1]. При разной степени загруженности станций транспортной сети пропускная способность маршрута, пролегающего через несколько станций, будет определяться пропускной способностью одного из элементов. В процессе оптимизации маршрутов под точкой транспортной сети принимаем железнодорожную станцию, имеющую свои особенности путевого развития, технологии персонала, руководящего движением и т.д. Все особенности текущего состояния станции можно описать с помощью интегральной оценки степени загруженности станции, которая более подробно рассмотрена в [3]. Традиционно потоковая транспортная задача производит поиск оптимального маршрута по стоимости перемещения или по времени движения между точками сети. Предлагается в потоковой транспортной задаче установить изменяющиеся оценки дуг, которые будут зависеть от степени загруженности станции.

Целевой функцией потоковой транспортной задачи является минимум общих затрат на пропуск всех маршрутов по ПНП:

$$F = \sum_{l=1}^n \sum_{i=1}^n Y_r x_{il} \rightarrow \min, \quad (1)$$

при основных ограничениях:

$$\sum_{l=1}^{n_i} x_{il} \leq d_i \quad (i = \overline{1, n_i}), \quad (2)$$

$$x_{il} \geq 0 \quad (i = \overline{1, n}; l = \overline{1, n_i}), \quad (3)$$

где x_{il} – количество составов за интервал планирования;

d_i – сумма всех отправленных составов с i -той станции до всех связанных с ней станций;

n_i – число станций, связанных с i -той станцией;

$x_{il}^{нал}$ – наличная пропускная способность перегона за интервал планирования;

Y_r – общие затраты на пропуск r -го состава по транспортной сети ПНП:

$$Y_r = P \left(\sum_{(i,l) \in D_r} \gamma_{il} + \sum_{i \in St_r} T_i \right), \quad (5)$$

где P – затраты на переработку каждого r -го состава:

$$P = \sum_{k=1}^s m_k \cdot C_k^e + n_l \cdot C_l, \quad (6)$$

где m_k – количество вагонов k -ой формы собственности;

C_k^e – плата за пользование вагонами k -ой формы собственности, руб./ч.;

n_l – количество локомотивов, закрепленных за составом;

$C_{л}$ – плата за пользование локомотивом, руб./ч.;

γ_{il} – оперативная оценка затрат времени на движение по дуге (i-l) транспортной сети, ч.:

$$\gamma_{il} = t_{il} \cdot I_{il}^{mp.ин.}, \quad (7)$$

где t_{il} – время движения по дуге (i-l), ч.

$I_{il}^{гр.ин.}$ – интегральная оценка загруженности станций определяется на основе теории нечетких множеств. Подробное описание приведено в [2];

T_i – время нахождения на каждой станции маршрута ($i \in St_r$) r-го состава, ч.:

$$T_i = k_i^{загр} (t_i^{np} + t_i^{p/\phi} + t_i^{зр/он} + t_i^{ож} + t_i^{от}), \quad (8)$$

где $k_i^{загр}$ – коэффициент, отражающий оперативную загруженность i-той ($i \in St_r$) станции маршрута:

$$k_i^{загр} = \begin{cases} 1, & \text{если } I_i^{mp.ин.} \leq I_n^{mp.ин.} \\ 1 + (I_i^{mp.ин.} - I_n^{mp.ин.}), & \text{если } I_i^{mp.ин.} > I_n^{mp.ин.} \end{cases} \quad (9)$$

$t_i^{np}, t_i^{p/\phi}, t_i^{зр/он}, t_i^{ож}, t_i^{от}$ – соответственно для i-той станции – нормативное время на прием, расформирование-формирование, грузовые операции, ожидание и отправление с r-м составом, ч.

$I_n^{гр.ин.}$ – нормативная загруженность станции. В расчетах принимается 0,85-0,9.

В зависимости от оперативной ситуации на ПНП на выбор оптимального маршрута, полученного в результате решения ТЗ, влияют дополнительные ограничения:

1. Не превышение нормативного срока оборота вагонов на ПНП:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^n t_{il} \leq t_{об}, \quad (10)$$

где $t_{об}$ – нормативный срок оборота вагонов, ч.

2. Минимальная загруженность станций, входящих в маршрут следования:

$$I_m = \sum_{i \in St_r} I_i^{mp.ин.} \geq 0,85. \quad (11)$$

3. Максимальное выполнение транспортных операций с вагонами на промежуточных станциях маршрута:

$$\rho_m = \sum_{i \in St_r} \rho_i \leq 100\%, \quad (12)$$

где ρ_1 – количество транспортных операций, выполняемых на промежуточных станциях маршрута с целью распределения работы среди станций ПНП. К транспортным операциям относят: транзит, обработку документов, восстановление сыпучести, осмотр в техническом и

коммерческом отношении, выгрузку, погрузку, весовой контроль, оборудование вагонов и крепление груза, очистку, профилактику коммерческой сохранности груза.

Таким образом, для дополненной потоковой транспортной задачи в сетевой постановке с изменяющимися оценками дуг (ТЗ) исходными данными являются: плата за пользование вагонами и локомотивами всех форм собственности; станции зарождения и погашения вагонопотоков на ППП; расчетная схема транспортной сети (рисунок 1); время движения по перегонам ППП; интегральная оценка загруженности станций ППП.

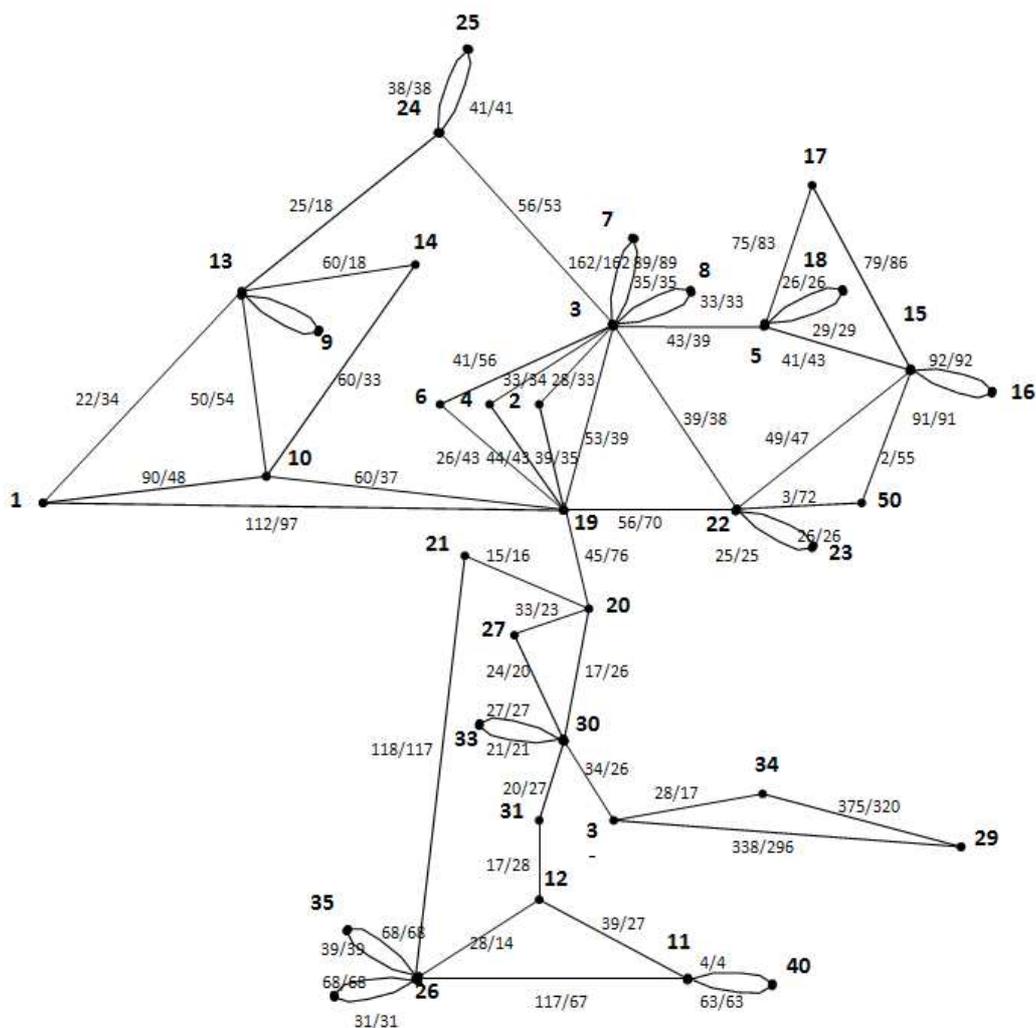


Рисунок 1 – Фрагмент расчетной схемы транспортной сети (номераи обозначены станции, на перегонах выставлены оценки дуг формула (5) при движении в прямом и обратном направлении).

Обозначим через M_r маршрут следования r -го состава, St_r – станции, входящие в r -й маршрут следования, D_r – дуги транспортной сети, входящие в r -й маршрут следования. Соответственно, маршрут следования запишется как множество станций и дуг транспортной сети, входящих в маршрут: $M_r = (St_r, D_r)$.

Полученное решение ТЗ в сетевой постановке позволяет определять оптимальный маршрут движения вагонов с учетом фактической стоимости переработки вагонопотоков и оперативной загруженности станции. Расчет маршрутов следования для каждого следующего интервала планирования производится аналогично на основе скорректированной загруженности станций после принятия к исполнению разработанного графика движения поездов.

Список литературы

1. Александров А.Э. Расчет и оптимизация транспортных систем с использованием моделей (теоретические основы и методология): дис. ... д-ра. техн. наук / А. Э. Александров. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 285 с.
2. Кудрявцев В.А. Организация и управление движением на железнодорожном транспорте / В.А. Кудрявцев, К.А. Белов, В.И. Бадах. – М.: Академия, 2006. – 432 с.
3. Пыталева О.А. Применение теории нечетких множеств для определения степени загруженности элементов транспортной сети / Пыталева О.А., Сиразетдинова А.Д. // Автотранспортное предприятие. – 2009. – Вып. 11. – С. 55-56.
4. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
5. Сотников Е.А. Неравномерность грузовых перевозок в современных условиях и ее влияние на потребную пропускную способность участков / Е.А. Сотников, К.П. Шенфельд // Вестник ВНИИЖТ. – 2011. - №5. – С. 3-9.

Рецензенты:

Андреев Ю.А., д.т.н., профессор, Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г.Красноярск.

Терсков В.А., д.т.н., профессор, Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г.Красноярск.