



## Технологическая потребность в корректировке плана формирования поездов



Александр ЕРОФЕЕВ  
Alexander A. EROFEEV

Павел КОРЕНЕВ  
Pavel G. KORENEV



*Ерофеев Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент Белорусского государственного университета транспорта (г. Гомель).  
Корнев Павел Геннадьевич – аспирант Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).*

**Анализ экономических и технологических решений по оперативной корректировке плана формирования поездов. Основные элементы схемы выбора рационального варианта организации вагонопотоков при перевозке приватным подвижным составом. Предложена методика комплексного расчета плана для сквозных поездов и отправительской маршрутизации. Дается схема оперативного планирования поездной работы, которая с позиций экономики позволяет учесть требования компаний-операторов.**

*Ключевые слова:* железная дорога, формирование поездов, перевозка грузов, приватные вагоны, оперативное планирование, экономическая выгода.

**В** сфере грузовых железнодорожных перевозок наблюдается ситуация, когда количество вагонов в эксплуатации увеличивается с каждым годом (в 2011 году более 1 млн единиц), а процент удовлетворения заявок грузоотправителей сокращается. Неуклонно снижается скорость доставки грузов. Параллельно наметилась тенденция к ухудшению качественных показателей перевозочной деятельности. При этом наблюдается не столько дефицит вагонов, сколько неэффективная организация работы приватного парка грузовых вагонов. А главный резерв повышения скорости доставки – не наращивание технической скорости, а сокращение простоев под техническими и грузовыми операциями, совершенствование технологии перевозки как экономического процесса.

В согласии с действующей технологией организация вагонопотоков в поезда выполняется на основании плана формирования поездов (ПФП). Однако утверждаемый на год план является оптимальным только для какого-то одного расчетного значения вагонопотока. Как

правило, это наиболее вероятное значение мощности вагонопотока. Причем в течение года отмечаются значительные отклонения от расчетного уровня мощности. Их вероятность меньше ожидаемой и зависит от ряда факторов: сезонной неравномерности перевозок, экономической обстановки и т. д.

Для обеспечения соответствия плана формирования поездов фактическим мощностям вагонопотоков предлагается осуществлять технологию оперативной корректировки ПФП и выбора вариантов организации вагонопотоков. Оперативная корректировка предполагает использование такого варианта, который при минимальных затратах на организацию перевозки обеспечивает своевременную доставку всех корреспонденций с учетом их логистических характеристик. Следует отметить, что корректировка ПФП для одной станции оказывает существенное влияние на систему формирования поездов на других станциях полигона. В некоторых случаях это влияние может быть и негативным, т. е. ухудшающим показатели всего полигона. Во избежание негативных последствий каждой станции требуется знать критические  $\min$  и  $\max$  значения вагонопотока, при которых сохраняется возможность придерживаться действующего плана

В том случае, когда мощность вагонопотока оказывается ниже  $V_{\min}$ , приходится производить корректировку ПФП в сторону повышения количества групповых и участковых поездов. С другой стороны, при росте вагонопотока свыше  $V_{\max}$  нужно вводить поезда повышенной транзитности.

При значительных колебаниях мощности вагонопотоков на полигоне может устанавливаться несколько зон оперативной корректировки с применением различного количества групповых, участковых и сквозных поездов.

Текущие корректировки плана формирования поездов вырабатываются для вагонов и составов, комплектование которых находится в пределах полигона управления.

Обязательным условием ввода в действие тех или иных вариантов текущей

корректировки плана должно быть соблюдение инфраструктурных ограничений (непревышение эксплуатационных возможностей станций по числу формируемых назначений и размерам переработки), а также непревышение заданных (по правилам перевозок или договору-контракту) сроков доставки и возврата порожних вагонов.

Основой решения задачи выбора варианта формирования поездов служит вариантное прогнозное моделирование организации вагонопотоков на выделенном полигоне управления с использованием теории динамического программирования. Устанавливаемые значения периодов планирования и оперативной корректировки зависят от параметров железнодорожного полигона, степени детализации и уровня достоверности исходных данных. Укрупненная схема выбора рационального варианта организации вагонопотоков (рис. 1) предусматривает:

1) формирование массива конкурентоспособных вариантов на основе диапазонов корректировок ПФП в зависимости от значений мощностей вагонопотоков (при этом производится предварительный анализ на удовлетворение требованиям инфраструктурных ограничений);

2) агрегирование вагонопотоков с установленными логистическими характеристиками (на основе вагонной модели и данных компаний-операторов) в соответствии с исходным вариантом организации вагонопотоков, установленным действующим ПФП;

3) моделирование показателей организации вагонопотоков и их параметрическая оценка: выполнение срока доставки грузов, наличие сквозных увязанных ниток в графике движения поездов, обеспеченность локомотивами и локомотивными бригадами, бригадами сопровождения, а также экономические параметры;

4) выбор конкурентоспособного варианта из сформированного массива с использованием метода оперативной корректировки ПФП и его последующая параметрическая оценка;



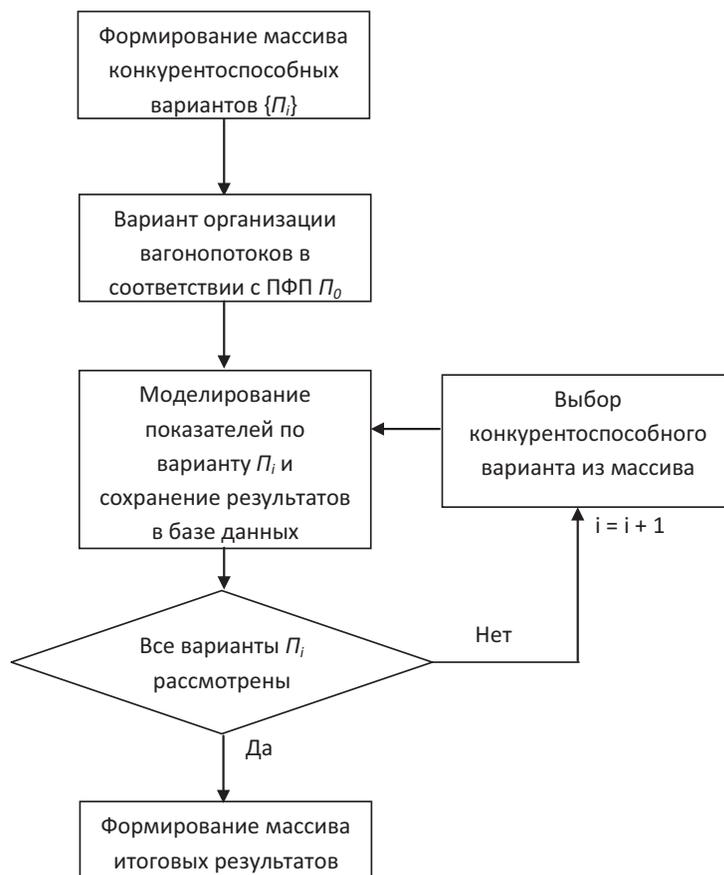


Рис. 1. Укрупненная схема выбора рационального варианта организации вагонопотоков в поезда.

5) формирование массива итоговых результатов по всем конкурентоспособным вариантам и их окончательная оценка и выбор из нее рационального варианта организации вагонопотоков в поезда, в том числе с использованием мнения эксперта.

Для повышения эффективности системы организации вагонопотоков в условиях использования частного подвижного состава при выборе вариантов планы формирования сквозных поездов и отправительской маршрутизации должны быть взаимосвязаны. Включение вагонопотоков в специфические отправительские маршруты с грузовых станций изменяют расчетные струи между техническими (сортировочными и участковыми) станциями, что оказывает влияние на показатели плана формирования поездов и систему организации вагонопотоков в целом. То есть необходим комплексный подход к расчету плановых схем.

Методика комплексного расчета плана формирования сквозных поездов и отправительской маршрутизации основана на итерационном методе с учетом затрат на такую маршрутизацию, которые возникают на грузовых станциях.

При расчетах следует рассматривать два уровня станций: грузовые (нижний уровень) и технические – сортировочные и участковые (верхний уровень).

Укрупненный алгоритм комплексного расчета ПФП и отправительской маршрутизации может быть описан следующими блоками:

I – работа с грузопотоками для станций нижнего уровня (матрица первичных заявок на перевозку, обеспеченных подвижным составом, преобразуется в матрицу ранжированных струй вагонопотоков с установленными логистическими характеристиками, которые используются на последующих этапах



Рис. 2. Укрупненная схема оперативного планирования поездной работы.





для учета маршрутизации в расчете ПФП по сетевым опорным станциям);

II – блок выбора условий расчета (инфраструктурных, технологических, временных, экономических и т. п.);

III – блок подготовки расчетных вагонопотоков с их агрегированием по сходным логистическим характеристикам для оперативной корректировки плана формирования поездов;

IV – собственно итерационный расчет оперативной корректировки плана формирования поездов для станций верхнего уровня с различными параметрами маршрутизируемого вагонопотока;

V – блок выделения специальных назначений в плане формирования поездов, диктуемых особыми технологическими требованиями и условиями рыночных отношений между компаниями-операторами и ОАО «РЖД»;

VI – блок формирования заданного набора показателей ПФП для станций верхнего уровня (с найденным вариантом, в том числе оптимальным); по окончании расчетов по каждой струе, отобранной для маршрутизации, фиксируются попутные технические станции, где должна быть переработка согласно плану формирования поездов;

VII – блок составления планов отправительской маршрутизации для станций нижнего уровня по отобранному струям в соответствии с оптимальным вариантом комплексного плана.

После формирования конкурентоспособных вариантов на каждом этапе расчета фиксируются используемые параметры и производится их многокритериальная оценка. Определяющим параметром при оценке служит экономическая эффективность (получаемая экономия относительно действующего ПФП), а срок доставки и сохранность ее по каждой отправке служат технологическими ограничениями, которые в соответствии со своим вариантом должны быть безусловно выполнены. В случае отсутствия варианта, обеспечивающего своевременную доставку отправок, выбор производится с помощью многокритериальной оценки с учетом мнений экспертов.

Стоимостные показатели, используемые при сравнении вариантов организации вагонопотоков, должны предусматривать динамическое определение стоимости вагоно-часа каждого вагона с учетом его логистических характеристик (собственник вагона, условия перевозки груза, перевозимый груз, скорость доставки и т. п.).

Стоит заметить, что скорректированный план формирования не является в полном смысле оперативным. Он устанавливает систему организации вагонопотоков на достаточно продолжительный период (не менее декады). Таким образом, задача оперативного управления поездной работой не решается за счет оперативной корректировки ПФП, а лишь дополняется новыми критериями и ограничениями.

Непосредственно оперативное планирование поездной работы в условиях организации перевозок в приватном подвижном составе должно опираться на комплексную информационную систему, которая собирает и перерабатывает данные как из систем ОАО «РЖД» сетевого, дорожного, линейного уровней, так и напрямую от компаний-операторов.

С учетом местных условий полигона технология оперативного планирования поездной работы призвана регламентировать:

- разработку плана по взаимнокорреспондирующим станциям полигона управления с пониточным прикреплением поездов различных категорий к ниткам графика с учетом логистических характеристик вагонопотоков;
- формирование плана местной работы станций полигона управления;
- разработку плана обеспечения поездной работы тяговыми, графиковыми и инфраструктурными ресурсами;
- согласование, корректировку и утверждение плана;
- подготовку календарных планов компаний-операторов и детализированных планов для станций полигона управления;
- оформление и передачу приказов на ввод плана в действие;
- действия диспетчерского аппарата при разработке плана;

• реализацию, контроль и анализ выполнения плана.

Укрупненная схема оперативного планирования поездной работы приведена на рис. 2.

Основой планирования поездной работы служит имитационная модель, позволяющая на базе данных о подходе, наличии вагонов на полигоне и сведений об их логистических параметрах составить план их продвижения до станций назначения.

Реализация предлагаемой технологии оперативной корректировки плана формирования поездов даст возможность повысить соответствие планов организации вагонопотоков реальным

размерам перевозок и требованиям компаний-операторов к условиям доставки грузов. Такое формирование поездов позволит компаниям-операторам эффективнее использовать приватные вагоны, экономически более выгодно эксплуатировать подвижной состав как в груженом, так и порожнем состоянии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». – М., 2006.
2. Инструкция по оперативному планированию поездной и грузовой работы железных дорог. – М., 2008.
3. Левин Д. Ю. Моделирование процессов перевозки // Мир транспорта. – 2010. – № 5. – С. 48-55. ●

## TECHNOLOGICAL NECESSITY FOR TRAIN MAKING-UP AND SCHEDULING UPDATING

**Erofeev, Alexander A.** – Ph.D. (Tech), associate professor of Belarus State Transport University, Gomel, Belarus.

**Korenev, Pavel G.** – Ph.D. student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

*The number of freight cars in Russia has considerably increased lately (more than 1 mln units in 2011), but the rate of satisfied demands of customers for freightage has on the contrary reduced. The time of delivery is increasing. As there is no shortage in cars the problem resides in non-efficient operation of private car rolling stock. The capacity of reduction of delivery time should be considered through reducing staying idle time and delays under technical and loading operations rather than by increasing technical speed. So the problem of enhancement of freightage should be seen and approached firstly as an economic and technological process.*

*According to technology in force the car traffic is organized in conformity with the plan of train making-up. But the plan, which is adopted for a full year period, is optimum for a certain assessed volume of car traffic. As a rule, it's the most probable value of traffic density. And there are considerable fluctuations from and towards the average value during the year.*

*In order to put the plan of train making-up in conformity with real traffic density it is proposed to implement the technology of prompt updating of train making-up plan and of selection of car traffic operation. The updating supposes the choice of a variant that permits to deliver all goods in time, depending on their logistics characteristics, and with minimum possible costs. It should be taken into account that the updating of train making-up plan at one station has a direct, and sometimes, negative impact on the plans of other stations of a rail network. In order to avoid negative effects it is necessary to compute critical max and min values of car traffic that allow maintaining the actual plan.*

*The proposed planning and scheduling are based on a simulation model, that, processing data on the approaching trains, number of the cars within the local network and their logistics characteristics, results in scheduling the trains traffic towards destination point.*

*The patterns of integrated computation are shown for departing routing and for through trains planning.*

**Key words:** computation, railway, train making-up, freightage, private cars, operation planning, economic benefits.

## REFERENCES

1. Guidance for car traffic operation on railways of Russian Railways JSC [*Instruktivniye ukazaniya po organizatsii vagonopotokov na zheleznyh dorogah OAO RZhD*]. Moscow, 2006.
2. Instruction on operation planning for freight and train operations of railways [*Instruktsiya po operativnomu*

*planirovaniyu poezdnoy i gruzovoy raboty zheleznyh dorog*]. Moscow, 2008.

3. Levin, D. Yu. Simulation of Transportation Processes [*Levin, D. Yu. Modelirovanie protsessov perevozki*]. *Mir Transporta Journal*, 2010, Vol. 33, No5, pp. 48–55.

Координаты авторов (contact information): Ерофеев А. А. (Erofeev, Alexander A.) – alerof@tut.by, Коренев П. Г. (Korenev, Pavel G.) – +7 (985) 9998687.  
Статья поступила в редакцию / received 02.08.2012  
Принята к публикации / accepted 12.11.2012

