

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДВУГРУППНЫХ ПОЕЗДОВ**

### **Вступление и постановка задачи**

Функционирование железнодорожного транспорта в условиях рыночной экономики вынуждает искать резервы для снижения затрат на перевозку грузов. Внедрение инновационных технологий с целью повышения конкурентоспособности железных дорог Украины есть одной из основных задач Государственной Программы реформирования железнодорожного транспорта [1]. В первую очередь внимание должно уделяться таким мероприятиям, которые не требуют значительных капиталовложений или временного ограничения функционирования объектов инфраструктуры. Кроме этого, железные дороги Украины должны безусловно выполнять свои гарантийные обязательства относительно сроков доставки грузов клиентам [2].

Значительную роль в организации перевозочного процесса занимает организация вагонопотоков и технология обслуживания поездов. Одним из основных показателей качества эксплуатационной работы технических станций является время нахождения транзитного вагона с переработкой. Каждая техническая станция имеет соответствующий плановый показатель, который заложен и в расчет времени доставки груза. При этом около 70 % времени нахождения на технической станции транзитного вагона с переработкой выпадает на простой под накоплением в сортировочном парке. Так как поступление вагонов на станцию характеризуется значительной неравномерностью, то именно это время не выполняется (превышение плановых показателей составляет от 0,5 часа до 4,5 часов), что в свою очередь приводит к необоснованному увеличению затрат на организацию вагонопотоков в поезда. Исходя из вышеизложенного возникает необходимость разработки мероприятий по усовершенствованию системы организации вагонопотоков.

### **Анализ публикаций**

Одним из возможных резервов для снижения затрат железных дорог есть оперативное формирование двугруппных поездов на базе попутных назначений плана формирования поездов (ПФП) [3–5]. При этом необходимо определить условия использования оперативного формирования двугруппных поездов и влияние отдельных факторов на их эффективность.

В работах [6, 7] предложена методика и приведены результаты расчетов по оперативному назначению групповых поездов вместо одnogруппных без отмены действующего ПФП. Результаты исследований показали, что такой подход позволяет существенно сократить простой вагонов под накоплением. В работе [8] усовершенствование технологии корректировки ПФП предлагается за счет согласованной организации групповых поездов оперативного назначения. Но в данных работах отсутствует методика оценивания принятых решений по корректировке ПФП и результаты влияния данных мероприятий на технико-экономические показатели работы станций и железнодорожных направлений.

В последние года все больше ученых считает, что оценивать принятые решения необходимо в денежном эквиваленте. Так в работе [9] рекомендуется оценивать варианты ПФП сначала по эксплуатационным показателям, а потом определять наиболее экономный вариант по суммарным затратам на организацию и продвижение вагонопотоков. В работе [10] для выбора рациональной организации вагонопотоков предлагается, вместе с другими критериями, использовать стоимостную оценку конкурентных вариантов.

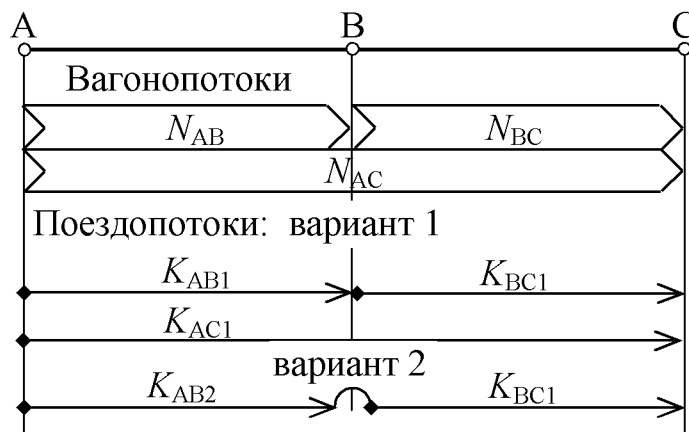
Принятие решения об оперативном формировании двугруппного поезда из вагонов попутных назначений должно основываться на наличии экономии затрат в сравнении с формированием отдельных одnogруппных поездов данных назначений. Такая методика уже разработана и приведена в работе [11].

### **Основная часть**

Выполнение исследований по эффективности применения оперативного формирования двугруппных поездов на реальных объектах железнодорожного транспорта невозможно, так как это нарушит их нормальное функционирование. Поэтому для выполнения данных исследований была

использована модель работы железнодорожного направления, структура и принцип функционирования которой детально описан в работе [12].

Схема железнодорожного направления, которая применялась в исследованиях, приведена на рисунке 1.



**Рис.1. Схема железнодорожного направления и варианты организации вагонопотоков в поезда:**

$N_{AB}, N_{BC}, N_{AC}$  – размеры вагонопотоков;  
 $K_{AB1}, K_{AC1}, K_{BC1}$  – количество одногруппных поездов;  
 $K_{AB2}$  – количество двухгруппных поездов.

В соответствии с инструкцией по организации вагонопотоков [13] на данном направлении формирование поездов возможно по двум вариантам, при этом выбор рационального варианта осуществляется по приведенной в инструкции методике. Выбранный вариант используется при составлении ПФП для станций А и В. Также данная инструкция предусматривает возможность его оперативной корректировки. Но при этом корректировка подразумевает введение приказов, которые действуют определенный период. Это не в полной мере учитывает неравномерность поступления вагонов на станции.

Для более полного учета оперативной ситуации понятие «оперативность» необходимо применять в каждый момент, когда возникает возможность формирования двухгруппного поезда на базе двух попутных одногруппных назначений ПФП с учетом прогноза поступления вагонов на данные назначения на определенный период. При этом каждый раз необходимо сравнивать затраты на формирование двух одногруппных поездов с формированием отдельного двухгруппного поезда. Данный подход использован в имитационной модели [12].

В качестве результатов в модели фиксировались следующие показатели работы станций А и В:

- количество поездов по категориям (одногогруппные, двухгруппные);
- продолжительность нахождения вагонов рассматриваемых попутных назначений;
- объем маневровой работы;
- продолжительность простоя поездных локомотивов;
- суммарные затраты, связанные с организацией вагонопотоков, для всего железнодорожного направления.

В первом опыте были определены эксплуатационные показатели работы при формировании поездов в соответствии с ПФП, т.е. формировании только одногруппных поездов, для различных мощностей вагонопотоков. На попутной технической станции учитывалась необходимость смены поездного локомотива. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Эксплуатационные показатели работы станций направления при формировании только одногруппных поездов**

Технико-эксплуатационные показатели		$N_{AB} - N_{AC} - N_{BC}$ , ваг					
		100-100-100		200-200-200		300-300-300	
		без смены	со сменой	без смены	со сменой	без смены	со сменой
Количество сформированных поездов, шт	$K_{AB}$	726	726	1453	1453	2162	2162
	$K_{AC}$	740	740	1460	1460	2131	2131
	$K_{ABC}$	0	0	0	0	0	0
	$K_{BC}$	730	730	1428	1428	2151	2151

Продолжительность нахождения вагонов, тыс. ваг-ч	$\sum Nt_{ст.А}$	559,14	559,14	691,75	691,75	816,05	816,05
	$\sum Nt_{ст.В}$	367,65	367,65	521,48	521,48	671,11	671,11
Продолжительность работы маневрового локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{манА}$	0,81	0,81	1,6	1,6	2,36	2,36
	$Mt_{манВ}$	0,73	0,73	1,44	1,44	2,16	2,16
Продолжительность простоя поездного локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{плА}$	0,44	0,44	0,87	0,87	1,29	1,29
	$Mt_{плВ}$	3,25	0,18	6,47	0,36	9,58	0,54
Затраты $E$ , тыс. у.е.	годовые	509,656	452,500	724,349	610,678	930,730	762,549

Во втором опыте были определены эксплуатационные показатели работы при использовании оперативного формирования двугруппных поездов. При выполнении обмена групп вагонов в двугруппном поезде на попутной технической станции учитывалась классическая технология, т.е. обмен происходит на путях приемо-отправочного парка. Кроме того при выполнении исследования учитывалась роль попутной станции в тяговом обслуживании поездов (необходимость смены поездного локомотива). Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Эксплуатационные показатели работы станций направления при оперативном формировании двугруппных поездов и применении приемо-отправочного парка для выполнения обмена групп вагонов**

Технико-эксплуатационные показатели		$N_{AB} - N_{AC} - N_{BC}$ , ваг					
		100-100-100		200-200-200		300-300-300	
		без смены	со сменой	без смены	со сменой	без смены	со сменой
Количество сформированных поездов, шт	$K_{AB}$	402	257	1334	1220	2130	2075
	$K_{AC}$	451	272	1378	1224	2112	2040
	$K_{ABC}$	613	937	200	468	50	177
	$K_{BC}$	727	724	1369	1400	2120	2066
Продолжительность нахождения вагонов, тыс. ваг-ч	$\sum Nt_{ст.А}$	421,98	385,07	648,45	606,96	807,71	783,23
	$\sum Nt_{ст.В}$	421,41	438,14	527,19	548,49	669,86	670,64
Продолжительность работы маневрового локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{манА}$	0,93	0,99	1,64	1,7	2,37	2,4
	$Mt_{манВ}$	1,32	1,63	1,6	1,89	2,19	2,29
Продолжительность простоя поездного локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{плА}$	0,44	0,44	0,87	0,87	1,29	1,29
	$Mt_{плВ}$	4,18	0,18	6,63	0,35	9,6	0,52
Затраты $E$ , тыс. у.е.	годовые	495,793	416,091	712,066	589,585	927,094	748,564

Сравнение результатов моделирования показывает, что применение оперативного формирования двугруппных поездов значительно снижает время нахождения вагонов на головной технической станции А при незначительном увеличении времени нахождения их на попутной технической станции В. При этом на попутной станции происходит увеличение объемов маневровой работы. Но, тем не менее, применение формирования двугруппных поездов обеспечивает экономию затрат на организацию вагонопотоков от 3,636 тыс. у.е. в год для мощных вагонопотоков ( $N = 300$  ваг/сут, без смены локомотива) до 36,409 тыс. у.е. в год для более слабых вагонопотоков ( $N = 100$  ваг/сут, со сменой локомотива).

При выполнении обмена групп вагонов на попутной технической станции необходимо, чтобы в момент прибытия двугруппного поезда прицепляемая группа была сформирована и выставлена в приемо-отправочный парк. Но, зачастую, в связи с влиянием различных факторов прицепляемая группа не готова. В таком случае оперативному персоналу станции приходится принимать одно из возможных оперативных решений:

- 1) двугруппный поезд ожидает готовности прицепляемой группы на путях приемо-отправочного парка. В таком случае значительно увеличивается простой вагонов на станции;

2) двугруппный поезд рассматривается как поезд прибывший в расформирование и с ним выполняются соответствующие технологические операции.

Для большей оперативности необходимо принимать то или иное решение с учетом сложившейся на станции оперативной ситуации и учетом подхода поездов, т.е. применять «адаптивную» технологию. Выбор наиболее подходящего решения должен оцениваться с точки зрения экономии расходов на выполнение операций по обмену групп вагонов.

В третьем опыте был использован данный подход к определению рациональной технологии обмена групп вагонов в оперативном режиме. В таблице 3 приведены эксплуатационные показатели работы при использовании оперативного формирования двугруппных поездов и использовании адаптивной технологии обмена групп вагонов.

Таблица 3

**Эксплуатационные показатели работы станций направления при оперативном формировании двугруппных поездов и применении адаптивной технологии для выполнения обмена групп вагонов**

Технико-эксплуатационные показатели		$N_{AB} - N_{AC} - N_{BC}$ , ваг					
		100-100-100		200-200-200		300-300-300	
		без смены	со сменой	без смены	со сменой	без смены	со сменой
Количество сформированных поездов, шт	$K_{AB}$	113	90	787	653	1595	1386
	$K_{AC}$	148	141	905	852	1750	1668
	$K_{ABC}$	1205	1235	1220	1407	947	1238
	$K_{BC}$	506	529	1099	1117	1846	1879
Продолжительность нахождения вагонов, тыс. ваг-ч	$\sum Nt_{ст.А}$	364,75	363,68	542,48	532,64	713,82	697,9
	$\sum Nt_{ст.В}$	364,53	333,22	521,54	499,45	673,20	666,02
Продолжительность работы маневрового локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{манА}$	1,05	1,05	1,85	1,88	2,55	2,61
	$Mt_{манВ}$	1,73	1,76	2,39	2,54	2,84	3,08
Продолжительность простоя поездного локомотива, тыс. лок-ч	$Mt_{плА}$	0,44	0,44	0,87	0,87	1,29	1,29
	$Mt_{плВ}$	4,09	0,13	6,8	0,28	9,65	0,47
Затраты $E$ , тыс. у.е.	годовые	447,377	359,253	674,324	540,318	895,173	716,780

Сравнение результатов моделирования для опыта 3 и опыта 2 показывает, что применение адаптивной технологии обмена групп вагонов в двугруппных поездах на попутной технической станции позволяет увеличить экономию затрат на организацию и продвижение вагонопотоков на железнодорожном направлении от 31,784 тыс. у.е. для мощных вагонопотоков ( $N = 300$  ваг/сут, со сменой локомотива) до 56,838 тыс. у.е. в год для более слабых вагонопотоков ( $N = 100$  ваг/сут, со сменой локомотива). Если же сравнивать результаты опытов 1 и 3, то величина экономии затрат колеблется в пределах от 35,557 тыс. у.е. для мощных вагонопотоков ( $N = 300$  ваг/сут, без смены локомотива) до 62,279 тыс. у.е. в год для более слабых вагонопотоков ( $N = 100$  ваг/сут, без смены локомотива).

### Выводы

Результаты исследований эффективности оперативного формирования двугруппных поездов показывают, что широкое применение двугруппных поездов может обеспечить значительную экономию средств на организацию вагонопотоков без дополнительных капитальных вложений. Внедрение адаптивной технологии обмена групп вагонов также способствует экономии средств. В дальнейшем снижение затрат возможно за счет комбинирования большего числа попутных назначений, учета экономии от выплат за несвоевременную доставку грузов клиентам, экономии от сокращения вагонного парка.

### Библиографический список

1. Концепція Державної Програми реформування залізничного транспорту України / Схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006р. – Київ: Магістраль, №1 (1179) 10 – 16 січня 2007р. – С.6.

2. Статут залізниць України. – К.: Транспорт України. – 1998. – 83 с.
3. **Бородин, А.Ф.** Управление вагонопотоками в современных условиях / А.Ф. Бородин // Ж.д. транспорт. – 1996. – №5. – С.10 -15.
4. **Окипный, Л.Д.** Эффективность оперативной организации вагонопотоков / Л.Д. Окипный, В.А. Покавкин // Ж.д. транспорт. – 1985. – №11. – С.13 -16.
5. **Богомазова, Г.Є.** Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків / Г.Є. Богомазова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. – №1/3(49). – С.33-35.
6. **Покавкин, В.А.** Оперативное назначение групповых поездов и использование дифференцированных масс поездов в системе оптимальной организации вагонопотоков / В.А. Покавкин, О.Н. Мелешко // Вопросы увеличения пропускной и провозной способности железных дорог: Межвуз. тематич. сб. Ростов-на-Дону, 1985. – Вып.182. – с. 51-57.
7. **Покавкин, В.А.** Расчеты эффективности групповой и одnogруппной маршрутизации перевозок / В.А. Покавкин // Вопросы увеличения пропускной и провозной способности железных дорог: Межвуз. тематич. сб. – Ростов-на-Дону, 1983. – Вып.173. – С. 19.
8. **Прохорченко, А.В.** Удосконалення технології корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації групових поїздів оперативного призначення / А.В. Прохорченко, Л.В. Корженівський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – №6/6(36). – С.37-40.
9. **Ковалев, В.И.** Многокритериальная оптимизация плана формирования поездов / В.И. Ковалев, Н.Н. Куценко, А.Т. Осминин, И.И. Осминина // Железнодорожный транспорт. – 2004. – №4. – С.25-26.
10. **Иловайский, Н.Д.** Организация вагонопотоков в условиях рынка / Н.Д. Иловайский, А.М. Рудых, Л.А. Каштанов // Вестник ВНИИЖТ. – 1998. – Вып. 4. – С.43-48.
11. **Мазуренко, О.О.** Визначення ефекту від оперативного формування двогрупних поїздів на базі одnogрупних призначень / О.О. Мазуренко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №6/3(54). – С.23-28.
12. **Мазуренко, О.О.** Імітаційна модель роботи залізничного напрямку для дослідження варіантів організації вантажних вагонопотоків в оперативних умовах / О.О. Мазуренко, А.В. Кудряшов // Збірник наукових праць ДНУЗТу «Транспортні системи та технології перевезень» – 2012. – Випуск 3. – С. 50-55.
13. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України: Затв.: Наказ Мінтрансу та зв'язку України 29.12.04. № 1028-ЦЗ / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2005. – 99 с.

### Bibliography

1. Concept of the State railway reform Ukraine / Approved resolution CMU №651-r since 27.12.2006y. – Kyiv: Magistral, №1 (1179) 10 – 16 January 2007y. – p.6.
2. Statute the railways of Ukraine. – K.: Transport of Ukraine. – 1998. – 83 p.
3. **Borodin, A.Ph.** Management wagon flow in the modern conditions / A.Ph. Borodin // Railway transport. – 1996. – №5. – pp.10 -15.
4. **Okipniy, L.D.** The effectiveness of the operational organization of the wagon flow / L.D. Okipniy, V.A. Pokavkin// Railway transport. – 1985. – №11. – pp.13 -16.
5. **Bogomazova, G.E.** Selection problem of car traffic volume rational organization / G.E. Bogomazova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2011. – №1/3(49). – pp.33-35.
6. **Pokavkin, V.A.** The prompt appointment multi-group trains and the use of the differentials mass of trains in the optimal organization wagon flows / V.A. Pokavkin, O.N. Meleshko // A question of increasing track and rolling capacity of the railways: Interuniversity subject collection. – Rostov-on-Don, 1985. – issue.182. – pp. 51-57.
7. **Pokavkin, V.A.** Effectiveness calculations of multi-group and single-group routing transportations / V.A. Pokavkin // A question of increasing track and rolling capacity of the railways: Interuniversity subject collection. – Rostov-on-Don, 1983. – issue.173. – p. 19.
8. **Prohorchenko, A.V.** Improvements technology train formation plan correction based on the coordinated organization group of trains operational destination / A.V. Prohorchenko, L.V. Korzhenivskiy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2008. – №6/6(36). – p.37-40.
9. **Kovalev, V.I.** Multicriterion optimization plan formation of trains / V.I. Kovalev, N.N. Kutsenko, A.T. Osminin, I.I. Osminina // Railway transport. – 2004. – №4. – pp.25-26.

10. **Ilovaiskiy, N.D.** The organization of wagon flows under market conditions / N.D. Ilovaiskiy, A.M. Rudih, L.A. Kashtanov // Herald VNIIZT. – 1998. – issue. 4. – pp.43-48.
11. **Mazurenko, A.A.** Defining the effect of the making-up the two-unit trains on the basis of the single-unit destinations / A.A. Mazurenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2011. – №6/3(54). – pp.23-28.
12. **Mazurenko, A.A.** Simulation model of railway lines for investigation variants organization of freight wagonflow in operational conditions / A.A. Mazurenko, A.V. Kudryashov // Transport systems and technologies of transportation, – 2012. – issue 3. – pp. 50-55.
13. Instruction guidance on the organization of wagon flows on the railways of Ukraine: / Ministry of Transport and Communications of Ukraine. – K., 2005. – 99 p.