

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В ГАРИТЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ МАГИСТРАЛНИЯ И ПРОМИШЛЕН ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ

Андрей Борисов
androbor@abv.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков”, ул. „Гео Милев” № 158, гр. София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** индустриален железопътен клон, железопътен превозвач, график за движение на влаковете, технология, инструкции, маневрени устройства.*

***Резюме:** Увеличаването броя на лицензираните железопътни превозвачи за товарни превози и разнородните логистични вериги които обслужват, налага оразмеряване на процесите и регламентиране дейностите в железопътните гарии при организиране и управление на маневрената и влакова работа в тях. За да регламентира процесите и избегне конфликт на интереси между превозвачите, ДП „НКЖИ” разработва инструкции за работа в гарата по обслужване на Индустриалните железопътни клонове (ИЖК), съобразени със заявените времена за извършване на различни операции с вагоните от различните превозвачи и заетостта на съоръженията необходими за тази дейност. Това изисква описание на алгоритъма за работа и използване на метод, отчитащ обективни критерии при определяне приоритета за обслужване на влакови/маневрени състави на едни и същи съоръжения, както и времето за заетост на коловозите в гарата. Тези времена пряко рефлектират върху капацитета на съоръженията в гарата и усвояването на трасетата от Графика за движение на влаковете (ГДВ), резервирани от различните превозвачи.*

1. Постановка на проблема.

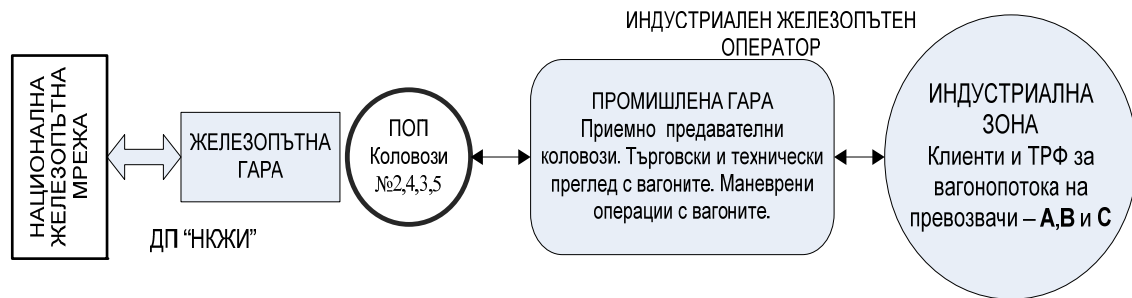
Определяне времето за заемане на гаровите съоръжения е особено актуално в райони с активно действащи Индустриални железопътни клонове (ИЖК), обслужвани от една гара в която оперират повече железопътни превозвачи и е наличие конфликт на интереси при обслужване на техните клиенти (пристанища, индустриални зони, транспортни възли наситени с логистични центрове, терминали и др.).

В конкретния случай функционалната схема на процеса има вида показан на Фиг.1, където се очертават основните подсистеми при преработка на влаковите състави обслужващи индустриалната зона.

За да се опише технологията и изготвят инструкциите за работа в гарата с превозвачите, е необходимо да се определи редът за извършване на операциите в гарата със съответните приоритети по критерий – минимално време за заетост на коловозите и съоръженията по преработка на вагоните, и обслужване на клиентите в ИЖК.

Общото време за заетост на коловози и съоръжения от един превозвач T_o , зависи от техническите норми и технологичния процес в гарата при обработка на влакове и маневрени състави предназначени за ИЖК [1].

Както е видно от функционалната схема на процесите, основния проблем при технологичното проектиране се явява втората подсистема (Фиг.1), особено в период на съгъстено пристигане (в определен часови хоризонт от ГДВ) и обработване съставите на различни превозвачи, предназначени за различни клиенти (индустриални райони или ИЖК).



Фиг. 1.

Този труден за решаване казус налага избор на метод, при който да се обвържат влизашите и излизашите влакове с трасетата от магистралното движение (ГДВ), като времето за престой в гарата е минимално (т.е. минимално време за заетост на коловози от очакване извършване на различните операции и очакване заминаване). Тъй като в повечето случаи превозвачите обслужват част от логистична верига на своите клиенти (товаропотоците като обеми са зададени, както и времеви диапазон в който да бъдат обслужени със съответните операции) с постоянна големина на вагонопотоците, то приемаме времената за преработка на влаковите състави по пристигане, заминаване, зачисляване и изваждане от ИЖК - T_n , T_z , $T_{ИЖК}$ и $T'_{ИЖК}$ за **детерминирани** (определянето им е предмет на предварителни изследвания и договорки с клиентите).

За конкретно разглеждания експлоатационен пункт залагаме всички възможни графици за вход и изход от гарата (в зависимост от действащия ГДВ), които могат да ползват превозвачите и резервират като такива при организация на своята работа. Осъществяването на обвързката на влаковете при зададени входящи трасета с изходящите от ГДВ по **критерий минимален престой** в гарата и минимално общо време за обслужване на всички железопътни превозвачи, може да се представи и реши като **алгоритъм за намиране на поток с минимална стойност** [2].

Проиграването на процеса се осъществява в случаите когато:

- I. Зададени са входящите трасета от ГДВ на опериращите превозвачи, а се търсят изходящите за всеки по предварително зададени възможни такива от ДП „НКЖИ” и евентуално заявени, като предпочитания от превозвачите в съответните направления. **Критерий за оценка – минимум сумарна заетост на коловози и устройства в гарата свързани с операции по обслужване на превозвачите.**
- II. При заявени входящи и изходящи трасета от ГДВ за всеки превозвач и появила се неравномерност по пристигане (следствие множество причини – форсмажор, нарушения в ГДВ, аварии и др.), да се определи приоритет на обслужване съобразен с гореописаните критерии така, че **максимално бързо да се нормализира работата в гарата по предварително заложените параметри** (ГДВ, ПКВ) в технологията и инструкциите описващи дейността на гарата.

III. Вариант на работа с допълнително назначени влакове на входа за някой превозвач (често срещана практика, следствие неравномерност при обслужване на товаропотоците или транспортния процес) в период на съгъстено пристигане и максимално натоварване на системите в гарата, **да се определи препоръчително изходящо трасе по нужното направление и промени организацията на работа по гореописаните критерии.**

Крайните резултати от проиграване на възникналата ситуация биха променили временно приоритетите по обслужване (отразени в сменните планове) и допринесли за по бързото възстановяване на първоначално заложения процес по ГДВ и ПКВ.

Последните две решения са част от оперативното управление и изготвянето на сменните планове гарата.

2. Формулиране на задачата.

Интерес представляват възможните трасета (нишки от ГДВ) в гарата на взаимодействие в хоризонта от време, покриващ дневната смяна $7^{00}h. - 19^{00}h.$, тъй като повечето оператори поддържат персонал и бригади на дневен режим за работа (в повечето случаи съобразен и с работното време на клиентите), а нощният период $19^{00}h. - 7^{00}h.$ използват за магистрално движение. При направените наблюдения и изследвания на различни обекти се установи наличието на подобни (гореописани) казуси, най-често в началото и края на работния ден (гари с подобни проблеми – Пирдоп, Перник, Русе - РР, Разделна, Бургас, възел София, Пловдив и др.).

За описание и проиграване на процеса е разглеждана гара, взаимодействаща с мощна индустриална зона със собствен маневрен оператор, обслужвана от трима железопътни превозвача – условно обозначени като **А, В, и С**. Нормирането на времената за работа (заетост) в различните фази на процеса и определянето на трасетата от ГДВ са за изследваните най-вероятни състояния при максимално натоварения период (денонощие) в годишен аспект.

При договаряне резервациите на трасета в ГДВ от страна на ДП „НКЖИ” с тримата превозвача **А, В, С** и реда за обслужването им в гарата се проиграват три възможни състояния, като базисно е първото, а другите две са при хипотеза за възможно екстремно състояние в разглеждания момент, породено от различни фактори, влияещи върху процеса:

- 1) Определя изходящ ГДВ от предложените възможни трасета.
- 2) При неравномерност по пристигане – оптимизира изходящ ГДВ.
- 3) Породила се необходимост от допълнително назначен влак (резервно трасе) в същия хоризонт от време – оптимизира изходящ ГДВ по възможните трасета.

За целта разглеждаме всички входящи и възможни изходящи трасета от ГДВ (по направления удовлетворяващи превозвачите) за разглежданата гара, като входящите ги отбелязваме с t_n (време на пристигане), а изходящите t_3 (време на заминаване). Престоят в гарата на влаковия състав за всеки превозвач $t_{приj} \equiv t_{прест}$, ще се формира от общото време T_o за извършване на всички операции необходими за неговата преработка (в зависимост от характера на обслужвания товаропоток) и времето в очакване извършване на различните операции с него от момента на пристигане (или заявяване на трасе за назначен от гарата влак) - t_n , до момента на заминаване - t_3 [1].

Ако $t_3 > t_n$ и $(t_3 - t_n) \geq T_o$, то $t_{приj} = t_3 - t_n$ [мин.]. В случай на заетост на всички трасета извън часовият хоризонт който разглеждаме и невъзможност да се улови график за дадения период, то прехвърляме процеса с 24h.(1440 мин.), за да се включи влака в едно от първите трасета на разглеждания хоризонт.

Следователно при $t_3 > t_n$ и $(t_3 - t_n) \ll T_o$, то:

$$(1) \quad t_{\text{прест.}} = 1440 + (t_3 - t_n) \text{ или } t_{\text{прест.}} = 1440 - (t_n - t_3) \text{ , [мин.], при } t_3 \leq t_n$$

Математическото описание на задачата и дефиниране на целевата функция с ограничения са подробно представени в [2].

Условията при проиграване на задачата се свеждат до конкретизиране на дейностите по обслужване на влаковите състави в гарата за различните превозвачи, опериращи в нея. Промисления *железопътен оператор* е и един от превозвачите участващ в процеса - **превозвач А, В и С** са другите два превозвача имащи договор за обслужване с различни клиенти от индустриалната зона. Гарата разполага с четири приемно отправни коловоза (ПОК) (№2,4,3,5) и един резервен (№6), като текущ път (проходен) е №1. От двете гърловини на гарата Ч/Н (четна/нечетна) има подходи към три приемно-предавателни коловоза в ИЖК (промишлена гара), на които се извършват търговски и технически операции със съставите на превозвач **А и В**. Това дава възможност за директно подаване на влаковите състави в индустриалната зона след операциите по приемането им в гарата, и обратно – обработен и подготвен за заминаване влаков състав в ИЖК, директно да бъде изпратен след съответните операции по заминаване на ПОК. Т.е. възможен е **избор на различни технологични решения** в зависимост от заетостта на ПОК в текущ момент. Ограничаващо условие за процеса е, че **превозвач С** се обслужва на ПОК в гарата, а групите вагони се обработват от маневрената бригада на оператора в ИЖК. Влаковите състави на **В и А** се обработват на ППК в промишлената зона поради спецификата и обема на товаропотоците обслужвани от тях. От гореописаните технико-експлоатационни характеристики на обекта следва, че при екстремни натоварвания в гарата могат да се използват **различни варианти** за изпращане на влаковите състави от пет ПОК и подпомагани в техническите операции от три ППК.

3. Проиграване на задачата в основния вариант.

Решаването на задачата за назначенията и анализ на резултатите е направен посредством предложената в офис приложение MS Excel функционалност “Solver”. За целта структурираме базисните данни захранващи модела в Табл.1. за основния времеви хоризонт от най натовареното денонощие, който обхваща периода $8^{00} \text{ h.} - 11^{00} \text{ h.}$ Като входящи трасета по ГДВ са заложили и тези, които са назначени от гарата в съответния час на заявяването им с цел да уловят трасе за заминаване от ГДВ в разглеждания часови хоризонт.

За случая е формулирано **възможно най-екстремното състояние** на заявките за ГДВ в един часови хоризонт, съобразено със съответния капацитет на линията (действащи и възможни нишки от ГДВ за разглежданата година), гаровите интервали за четна и нечетна посока, обединени и представени като **възможен изходящ ГДВ** за разглеждания период от време. В случая умишлено не са отделени четно и нечетно направление, тъй като за изследвания обект това не оказва влияние върху заетостта на ПОК (линията е еднопътна и интервалите на попътено следване и едновременно заминаване в двете посоки са отразени).

Всеки превозвач е изследвал и определил (заявил) времето за преработка на влаковите си състави T_o , в зависимост от операциите извършвани с него.

При проиграване на модела, входящия и изходящия ГДВ се въвеждат в минути. Решението за всеки превозвач и целевата функция се получава в минути и са показани в табличен вид. (Табл. 2).

Табл. 1.

Времени хоризонт на изходящи трасета от гарата по ГДВ 8 ⁰⁰ h. – 11 ⁰⁰ h.							
№	превозвач	Входящ ГДВ, час	T _o , [min]	Възможен изходящ ГДВ, час	№	Трасе по направление за превозвач	забележка
1	В	6 ⁴³	85	8 ³⁵	7	А,В,С	
2	С	6 ⁵⁰	65	9 ¹⁰	8	А,В,С	
3	А	7 ⁵⁹	60	9 ¹⁷	9	А,В,С	
4	А	8 ⁰⁰ , изход.	56	9 ⁴⁵	10	А,С	Назначен от гарата
5	С	8 ³⁰	75	10 ⁰¹	11	А,В	
6	В	9 ⁰⁰	80	10 ²⁵	12	А,В,С	
				10 ⁴⁶	13	В,С	
				11 ⁰⁰	14	А,В,С	

Основен вариант – първи хоризонт от време.

Табл. 2.

	прист	там	Тобщо	ГПП	ДПП	тпрестой	Променливи	Ел. на ЦФ			
В	1	403	7	515	А,В,С	85	1	0	112	0	0
	1	403	8	550	А,В,С	85	1	0	147	0	0
	1	403	9	557	А,В,С	85	1	0	154	0	0
	1	403	11	601	А,В	85	1	0	198	1	198
	1	403	12	625	А,В,С	85	1	0	222	0	0
	1	403	13	646	В,С	85	1	0	243	0	0
	1	403	14	660	А,В,С	85	1	0	257	0	0
С	2	410	7	515	А,В,С	65	1	0	105	1	105
	2	410	8	550	А,В,С	65	1	0	140	0	0
	2	410	9	557	А,В,С	65	1	0	147	0	0
	2	410	10	585	А,С	65	1	0	175	0	0
	2	410	12	625	А,В,С	65	1	0	215	0	0
	2	410	13	646	В,С	65	1	0	236	0	0
	2	410	14	660	А,В,С	65	1	0	250	0	0
А	3	479	7	515	А,В,С	60	1	0	1476	0	0
	3	479	8	550	А,В,С	60	1	0	71	0	0
	3	479	9	557	А,В,С	60	1	0	78	1	78
	3	479	10	585	А,С	60	1	0	106	0	0
	3	479	11	601	А,В	60	1	0	122	0	0
	3	479	12	625	А,В,С	60	1	0	146	0	0
	3	479	14	660	А,В,С	60	1	0	181	0	0
А	4	480	7	515	А,В,С	56	1	0	1475	0	0
	4	480	8	550	А,В,С	56	1	0	70	1	70
	4	480	9	557	А,В,С	56	1	0	77	0	0
	4	480	10	585	А,С	56	1	0	105	0	0
	4	480	11	601	А,В	56	1	0	121	0	0
	4	480	12	625	А,В,С	56	1	0	145	0	0
	4	480	14	660	А,В,С	56	1	0	180	0	0
С	5	510	7	515	А,В,С	75	1	0	1445	0	0
	5	510	8	550	А,В,С	75	1	0	1480	0	0
	5	510	9	557	А,В,С	75	1	0	1487	0	0
	5	510	10	585	А,С	75	1	0	75	1	75
	5	510	12	625	А,В,С	75	1	0	115	0	0
	5	510	13	646	В,С	75	1	0	136	0	0
	5	510	14	660	А,В,С	75	1	0	150	0	0
В	6	540	7	515	А,В,С	80	1	0	1415	0	0
	6	540	8	550	А,В,С	80	1	0	1450	0	0
	6	540	9	557	А,В,С	80	1	0	1457	0	0
	6	540	11	601	А,В	80	1	0	1501	0	0
	6	540	12	625	А,В,С	80	1	0	85	1	85
	6	540	13	646	В,С	80	1	0	106	0	0
	6	540	14	660	А,В,С	80	1	0	120	0	0
15	1					1	0	0	1	0	
15	2					1	0	0	1	0	
15	3					1	0	0	1	0	
15	4					1	0	0	1	0	
15	5					1	0	0	1	0	
15	6					1	0	0	1	0	
7	16					1	0	0	1	0	
8	16					1	0	0	1	0	
9	16					1	0	0	1	0	
10	16					1	0	0	1	0	
11	16					1	0	0	1	0	
12	16					1	0	0	1	0	
13	16					1	0	0	0	0	
14	16					1	0	0	0	0	
16	15					6	6	0	6	0	
								ЦФ		611	

РЕЗУЛТАТИ

На Табл.2. е показано решението на базисния модел за периода 8^{00} h. – 11^{00} h., с препоръчителните изходящи ГДВ за всеки превозвач след оптимизационния процес при минимална стойност на целевата функция както следва: №1В – заема трасе от ГДВ №11, заминава на 10^{01} h.; №2С – заема ГДВ №7, на 8^{35} h.; №3А – заема ГДВ №9, на 9^{17} h.; №4А – заема ГДВ №8, на 9^{10} h.; №5С – заема ГДВ №10, на 9^{45} h.; №6В – заема ГДВ №12, на 10^{25} h.

Представеният основен вариант на най-често срещания процес за работа в железопътните гари и ИЖК ни дават възможност да определим с достатъчна точност общото време за заетост на съоръжения и коловози в гарата, на база, на което да се направи съответната организация за работа и определи необходимия капацитет с ресурса при осигуряване дейността от ДП, „НКЖИ“.

Тези решения са необходими на превозвачите и индустриалния железопътен оператор при избор на вариант за обслужване на клиентите, разработване на Единната транспортна технология (ЕТТ), и изготвянето на Договора за експлоатация на индустриален железопътен клон.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Борисов А. „Определяне времето за заемане на гарови коловози и маневрени устройства при обслужване на индустриални железопътни клонове”, Равда – научен семинар ВТУ „Т.Каблешков” 2012.
- [2] Борисов А. „Усъвършенстване взаимодействието на магистралния с промишления железопътен транспорт”, дисертационен труд ВТУ „Т.Каблешков” 2014.
- [3] Качаунов Т., Борисов А. „Взаимодействие между видовете транспорт” София, ВТУ „Т. Каблешков” 2009.

ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF PROCESSES IN RAILWAY STATIONS IN COOPERATION OF MAINLINE AND INDUSTRIAL RAILWAY TRANSPORT

Andrey Borisov
androbor@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.,
BULGARIA*

***Key words:** industrial railway branch (IRB), railway carrier, schedule of train movement, instructions, shunting devices.*

***Abstract:** The increase of licensed freight railway carriers and the various logistic chains they service, necessitates resize of processes and regulation of the activities in railway stations when organizing and managing the shunting and train works in them. To regulate the processes and avoid conflict of interests between the carriers, National Railway Infrastructure Company (NRIC) is developing instructions for work in the station, while servicing the IRBs, consistent with the stated times, for execution of different operations with the carriages, by the different carriers and the work load of the equipment needed for this activity. This requires a description of the work algorithm and the use of a method taking into account objective criteria when determining the priority for servicing train/shunting compositions on the same installations, as well as the time of unavailability of station's tracks. These times directly reflect on the station's installations capacity and the use of routes from the Schedule of trains' movement (STM), reserved by the different carriers.*