

УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МЕТОДИКАТА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ И АНАЛИЗ НА КАПАЦИТЕТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА

Райко Райков

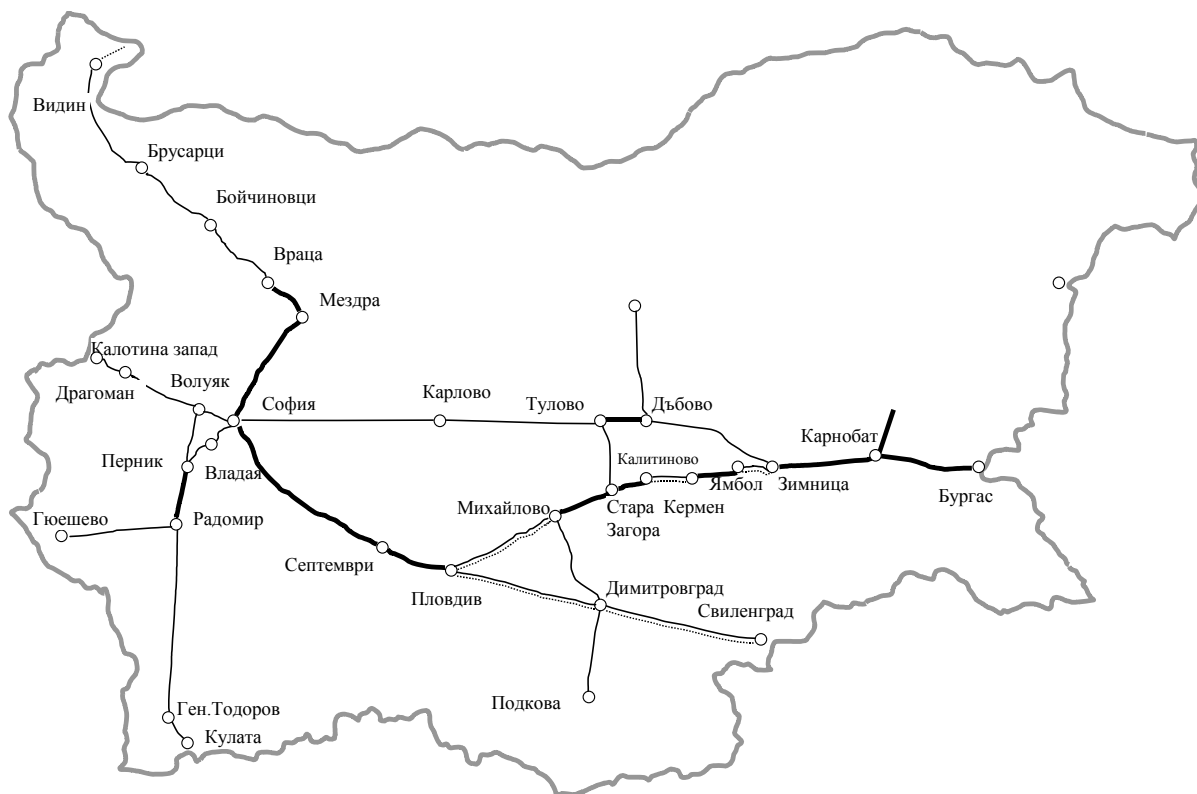
***ВТУ "Т.Каблешков", 1574 София, ул. "Гео Милев" №158
България***

Ключови думи: железници, превози, инфраструктура, график, движение, капацитет, методика, определяне, фактори, показатели, инфраструктурни такси, прекъсвания на движението за ремонт, изисквания.

Резюме: Разработена е усъвършенствана методика за определяне на максималния и необходимия капацитети на железопътните участъци на транспортната мрежа в зависимост от влияещите основни фактори и новите показатели на инфраструктурните такси, въведени при структурното разделяне на експлоатационната превозна работа от железопътната инфраструктура. Изложени са формулната и графичната части на методиката, за която са приложени примери и графики за конкретни условия на железопътна магистрала за съществуващи и перспективни параметри. Направени са полезни изводи и предложения за практиката.

Капацитетът на железопътната инфраструктура включва:

- максимален капацитет на броя на влаковете за денонощие или брой чифта влакове за денонощие, привездани към директни товарни влакове от успоредния график за движение на влаковете (ГДВ);
- необходим капацитет на броя на влаковете за денонощие или брой чифта влакове за денонощие, привездани към същата категория влакове;
- максимален и необходим превозен капацитет, съпътстващ предните две категории капацитети;
- обвързване на капацитета с инфраструктурата;
- резерви на капацитета на железопътната инфраструктура.



Фиг. 1. ПРИМЕРНА СХЕМА НА ПОЛИГОН ОТ ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА

Посочената категоризация се усъвършенствува чрез нова методика, съобразена с изискванията на приложението на инфраструктурата и с необходимостта на прогнозите.

Максимален капацитет

Максималният капацитет за денонощие (във влакове) може да бъде определен с използването на два подхода – аналитичен и регресионен. В случая за конкретните видове капацитети се използват понятията максимална (налична) и необходима (потребна) пропускателна способност.

Аналитичен подход

Максималната пропускателна способност е една от основните характеристики на железопътните участъци, полигони и на железопътната мрежа като цяло. Тя има същото значение и за другите сфери на материалните обекти. Понятието максимална пропускателна способност широко се използва в плановата, в проектантската и в управленската дейност. За увеличаването ѝ ежегодно се изразходват големи парични и материални ресурси. От нейното равнище в голяма степен се определят ефективността от използване на подвижния състав и качествените показатели на транспортното обслужване.

В повечето случаи под максимална (налична) пропускателна способност се разбира максималното количество заявки, което може да бъде обслужено за даден период от време при определена транспортна технология. Максимална пропускателна способност на железопътна линия е най-големият брой чифта влакове (или влакове във всяка посока) с установена маса, който може да бъде

пропуснат по нея за едно денонощие в зависимост от техническата съоръженост, организацията на движение на влаковете и технологията на работа.

Максималната пропускателна способност на железопътен елемент (подсистема) се определя в зависимост от периода на графика за движение на влаковете. Когато периодът на графика за движение, т.е. времето за пропускане на един влак, на чифт или на група влакове, е определен за ограничаващото междугарие, тогава получената максимална пропускателна способност е максимална за целия железопътен участък. Ограничаващо е това междугарие, което има най-голям период на графика от възприетата схема на пропускане на влаковете.

Подробни формулировки на тези понятия се дават по-нататък.

Максималната пропускателна се определя по зависимостта

$$N_m = \frac{1440 \cdot k \cdot \eta_m}{T_{пер}^{огр}} = N_m^{узд} \cdot \eta_m, \text{ брой чифта влакове/ден,} \quad (1)$$

където

$T_{пер}^{огр}$ е периодът на графика за движение на товарните влакове в ограничаващото междугарие при съответната схема на пропускане, при система за осигуряване на безопасността на движението и при съответните характеристики на влака, min;

k – броят чифта влакове, пропускани в един период на графика на движението $T_{пер}^{огр}$;

η_m - максималният коефициент на използване на ограничаващото междугарие, зависещ от някои фактори на движението, който се определя по формулата

$$\eta_m = 1,116 - 0,0276 \cdot \frac{N_{пътн}}{N_{тов}} - 0,324 \cdot j - 0,0152 \cdot \Delta \quad (2)$$

като η_m се променя в границите $0,66 < \eta_m < 0,96$, а практически за по-големия брой случаи се променя в границите $0,76 - 0,86$. Колкото η_m се приближава към единица, толкова по-голяма ще бъде N_m и по-късно ще са необходими мероприятия за нейното увеличаване,

където

$\frac{N_{пътн}}{N_{тов}}$ е отношението на броя на пътническите влакове към броя на товарните влакове в участъка при съответния обем на предвидените превози, брой чифта влакове/ден; (3)

$$j = \frac{T_{пер}^{ср}}{T_{пер}^{огр}} \leq 1$$
 - коефициентът на неидентичност (нееднаквост) на междугарията в разглеждания железопътен участък, представляващ отношение на средния период на графика в участъка $T_{пер}^{ср}$ към периода на графика за движение в ограничаващото междугарие $T_{пер}^{огр}$; (4)

$$\Delta = \frac{V_{тов}}{V_{път}} = \frac{t_{път}}{t_{тов}} = \frac{t'_{път} + t''_{път}}{t'_{тов} + t''_{тов}}$$
 - съотношение за двете посоки на ходовите скорости за движение на товарните влакове $V_{тов}$ (km/h) и на бързите пътнически влакове $V_{път}$ (km/h) или на времепътуванията на пътническите влакове $t_{път}$ към времепътуването на товарния влак $t_{тов}$ в ограничаващото междугарие. (5)

Регресионен модел

Когато се изисква бързо да се определя максималната пропускателна способност на железопътните участъци при дадено съотношение на товарните и пътническите влакове, могат да се използват следните формули, изведени за нашите експлоатационни условия:

за еднопътни участъци

$$N_m = 54,07 - 1,7 \cdot t_{x,тов}^{ср} + 0,5 \cdot I_{огр}, \text{ чифта вл./ден}; \quad (6)$$

$$N_m = 51,34 - 1,48 \cdot I_{огр}, \text{ чифта вл./ден}; \quad (7)$$

$$N_m = 55,07 - 1,37 \cdot t_{x,тов}^{ср}, \text{ чифта вл./ден.} \quad (8)$$

За двупътни участъци

$$N_m = 153,81 - 4,78 \cdot t_{x,тов}^{ср} - 0,55 \cdot I_{огр}, \text{ чифта вл./ден}; \quad (9)$$

$$N_m = 137,04 - 4,95 \cdot I_{огр}, \text{ чифта вл./ден}; \quad (10)$$

$$N_m = 150,28 - 5,00 \cdot t_{x,тов}^{ср}, \text{ чифта вл./ден,} \quad (11)$$

където

$t_{x,тов}^{cp} = \frac{t'_{x,тов} + t''_{x,тов}}{2}$ е полусборът на времепътуванията на директен товарен влак в двете посоки в ограничаващото междугарие с дължина $l_{огр}$, km. (12)

Необходим капацитет

Необходимата пропускателна способност (необходимият капацитет) също може да бъде определена по два начина – аналитичен и физичен, тъй като се сравнява с максималната пропускателна способност за разглежданите: елемент, период и експлоатационни условия.

Аналитичен подход

$$N_{необх} = N_{необх}^{тов} + N_{необх}^{пътн} \cdot \mathcal{E}_{пътн} + N_{необх}^{лок} \cdot \mathcal{E}_{лок} + \frac{T_{опт}^{проз}}{T_{огр}^{пер}}, \text{ брой чифта/ден, (13)}$$

където

$\mathcal{E}_{пътн}$ е коефициентът на снемане на товарните влакове от пътнически, който се определя по регресионната формула

$$\mathcal{E}_{пътн} = 0,53 + 0,35 \cdot \Delta + 0,13 \cdot j + 0,01 \cdot N_{необх}^{пътн}; \text{ (14)}$$

$\mathcal{E}_{лок}$ - коефициентът на снемане на товарните влакове от локалните и се определя по регресионната формула

$$\mathcal{E}_{лок} = 1 + n^{обсл} (0,8 \cdot j^2 - 0,3) - 0,1 \cdot N_{необх}^{пътн}; \text{ (15)}$$

$$N_{необх}^{проз} = \frac{T_{опт}^{проз}}{T_{огр}^{пер}} - \text{броят влакове от успоредния ГДВ, които могат да бъдат}$$

пропуснати по време на “прозореца”, ако той не се използва за ремонтно-възстановителни работи. Когато “прозорецът” се използва за ремонтно-възстановителни работи, тогава със своя еквивалент се прибавя към необходимата пропускателна способност. (16)

Може да бъде използвана друга по-кратка зависимост

$$N_{необх} = N_{необх}^{тов} + N_{необх}^{пътн} \cdot \mathcal{E}_{пътн} + \frac{T_{опт}^{проз}}{T_{огр}^{пер}}, \text{ брой чифта/ден, (17)}$$

в която всички категории товарни влакове - международни директни товарни влакове (МДТВ), директни товарни (ДТВ), локални товарни (ЛТВ), маневрени влакове (МВ), са представени общо под названието товарни влакове, а всички категории пътнически влакове - международни пътнически (МПВ), експресни

(ЕВ), бързи (БВ), обикновени пътнически (ОПВ), крайградски пътнически (КПВ) - под названието пътнически влакове.

Друга особеност в определянето на необходимата пропускателна способност е, когато времето за извършване на ремонтно-възстановителните работи (“прозорци”) не се използва за ремонтни работи, а за пропускане на влаковете, т.е.

$$N_{\text{необх, без.проз}} = N_{\text{необх}}^{\text{тов}} + N_{\text{необх}}^{\text{пътн}} \cdot \varepsilon_{\text{пътн}} + N_{\text{необх}}^{\text{лок}} \cdot \varepsilon_{\text{лок}}, \text{ брой чифта/ден} \quad (18)$$

или

$$N_{\text{необх, без.проз}} = N_{\text{необх}}^{\text{тов}} + N_{\text{необх}}^{\text{пътн}} \cdot \varepsilon_{\text{пътн}}, \text{ брой чифта/ден.} \quad (19)$$

Когато ни трябва технология за ремонт или строителство с по-голям “прозорец” от базовата продължителност 240 min, движението на влаковете ще бъде с по-малки допълнителни загуби. Ако твърдо се знае обектът и оптималната продължителност на прозореца, тя ще се включи твърдо в ГДВ и от нея в двете посоки в коридори, успоредни на съответната група влакове, ще се направи връзка с базовия “прозорец”. Това ще даде възможност за увеличаване на продължителността на “прозорците” за среден и текущ ремонт, която сега е много малка. Тази идея по-нататък ще бъде формулирана и обоснована като предложение.

Физичен подход

Необходимата пропускателна способност се определя с други допълнителни разчети или пряко от ГДВ. Тя се формира от фактически нанесения брой пътнически и товарни влакове плюс еквивалента на “прозорците”, изразен в товарни влакове от успоредния ГДВ.

Разпределение на максималната пропускателна способност

Използването и разпределението на максималната пропускателна способност става в зависимост от структурата на необходимата пропускателна способност, която се реализира чрез максималната, т.е.

$$\frac{N_{\text{необх}}}{N_{\text{необх}}} = \frac{N_{\text{необх}}^{\text{тов}}}{N_{\text{необх}}} + \frac{N_{\text{необх}}^{\text{пътн}}}{N_{\text{необх}}} + \frac{N_{\text{необх}}^{\text{лок}}}{N_{\text{необх}}} + \frac{N_{\text{необх}}^{\text{проз}}}{N_{\text{необх}}} \quad \text{или} \quad (20)$$

$$1 = \alpha_{\text{необх}}^{\text{тов}} + \alpha_{\text{необх}}^{\text{пътн}} + \alpha_{\text{необх}}^{\text{лок}} + \alpha_{\text{необх}}^{\text{проз}} \quad \text{или} \quad 1 = \alpha_{\text{необх}}^{\text{тов}} + \alpha_{\text{необх}}^{\text{пътн}} + \alpha_{\text{необх}}^{\text{проз}} \quad (21)$$

Тогава максималната пропускателна способност

$$N_M = N_M^{тов} + N_M^{пътн} + N_M^{лок} + N_M^{проз} \text{ се разпределя по следния начин:} \quad (22)$$

$$N_M = \alpha_{необх}^{тов} \cdot N_M + \alpha_{необх}^{пътн} \cdot N_M + \alpha_{необх}^{лок} \cdot N_M + \alpha_{необх}^{проз} \cdot N_M \quad \text{или} \quad (23)$$

$$N_M = \alpha_{необх}^{тов} \cdot N_M + \alpha_{необх}^{пътн} \cdot N_M + \alpha_{необх}^{проз} \cdot N_M. \quad (24)$$

В случая е необходимо да се определят отношенията α само между максималната пропускателната способност за пътническото и товарното движение, тъй като времето за “прозорци” чрез еквивалента $N_{необх}^{проз} = N_M^{проз}$ се използва за ремонтно – възстановителни работи. Тогава

$$N_{необх}^{пт} = N_{необх} - N_{необх}^{проз} \quad , \text{брой чифта/ден} \quad (25)$$

ИЛИ СЪОТВЕТНО

$$N_M^{пт} = N_M - N_M^{проз} \quad , \text{брой чифта/ден,} \quad (26)$$

като отношенията α за необходимата пропускателна способност ще бъдат

$$\alpha_{необх}^{тов} = \frac{N_{необх}^{тов}}{N_{необх}^{пт}} \quad \alpha_{необх}^{пътн} = \frac{N_{необх}^{пътн}}{N_{необх}^{пт}}, \quad (27)$$

а за максималната пропускателна способност -

$$\alpha_M^{тов} = \frac{N_M^{тов}}{N_M^{пт}} \quad \alpha_M^{пътн} = \frac{N_M^{пътн}}{N_M^{пт}}. \quad (28)$$

От предпоставката, че отношенията α на максималната и необходимата пропускателна способност за съответните категории влакове са равни, се получава, че:

$$N_M^{тов} = \alpha_{необх}^{тов} N_M^{пт} \quad N_M^{пътн} = \alpha_{необх}^{пътн} N_M^{пт}, \quad (29)$$

където

$$N_M^{пт} = N_M - N_M^{проз} = N_M - N_{необх}^{проз}. \quad (30)$$

Резерви на влаковия капацитет на железопътната инфраструктура

Резервът на максималната пропускателна способност се определя в зависимост от използването на времето за осъществяване на ремонтно-възстановителните работи (“прозорците”).

Когато времето за “прозорца” се използва за ремонтни работи, т.е. $N_{необх}^{проз}$ е включено в $N_{необх}$, резервът е

$$\beta_{рез,1}^N = \frac{N_M - N_{необх}}{N_M} \quad (31)$$

По наши изследвания

$$\beta_{рез,1}^N = 0,25 \text{ до } 0,35 \quad - \text{ за еднопътни линии;}$$

$$\beta_{рез,1}^N = 0,40 \text{ до } 0,46 \quad - \text{ за двупътни линии.}$$

Когато времето за “прозорците” не е по предназначение, тогава може да се използва за движение на допълнителни влаковете, като резервът се увеличава, т.е.

$$\beta_{рез,2}^N = \frac{N_M - N_{необх}^{безпроз}}{N_M} = \frac{N_M - N_{необх}^{пт}}{N_M} \quad (32)$$

Сравнявайки двата резерва, винаги $\beta_{рез,1}^N < \beta_{рез,2}^N$.

Частта от максималната пропускателна способност за “прозорци” в относителен дял е

$$\Delta \beta_{рез,проз}^N = \frac{N_{необх} - N_{необх}^{пт}}{N_M} = \frac{N_{необх}^{проз}}{N_M} = \frac{N_M^{проз}}{N_M} = \beta_{рез,2}^N - \beta_{рез,1}^N.$$

Пример:

Нека максималната пропускателна способност $N_M = 30$ чифта/ден, а необходимата пропускателна е

$$N_{необх} = N_{необх}^{тов} + N_{необх}^{птн} + N_{необх}^{проз} = (8 + 6 + 4) = 18 \text{ чифта/ден, като}$$

$$N_{необх}^{пт} = N_{необх}^{тов} + N_{необх}^{птн} = (8 + 6) = 14 \text{ чифта/ден.}$$

Тогава

$$\alpha_{необх}^{тов} = \frac{N_{необх}^{тов}}{N_{необх}^{пт}} = 8 / 14 = 0,571, \quad \text{а } \alpha_{необх}^{птн} = \frac{N_{необх}^{птн}}{N_{необх}^{пт}} = 6 / 14 = 0,429.$$

При условие, че $N_{необх}^{проз} = N_M^{проз} = 4$

$$N_M^{пт} = N_M - N_M^{проз} = N_M - N_{необх}^{проз} = 30 - 4 = 26 \text{ чифта/ден;}$$

$$N_M^{тов} = \alpha_{необх}^{тов} N_M^{nm} = 0,571 \cdot 26 = 15 \text{ чифта/ден};$$

$$N_M^{пътн} = \alpha_{необх}^{пътн} \cdot N_M^{nm} = 0,429 \cdot 26 = 11 \text{ чифта/ден}.$$

Тогава

$$N_M = N_M^{тов} + N_M^{пътн} + N_M^{проз} = 15 + 11 + 4 = 30 \text{ чифта/ден};$$

$$\beta_{рез,1}^N = (30-18) / 30 = 12 / 30 = 0,40 \text{ или } 40\%;$$

$$\beta_{рез,2}^N = (30-14) / 30 = 16 / 30 = 0,54 \text{ или } 54\%;$$

$$\Delta\beta_{рез,проз}^N = \beta_{рез,2}^N - \beta_{рез,1}^N = 0,54 - 0,4 = 0,14 \text{ или } 14\%.$$

$N_{необх}$ и N_M винаги са едно цяло. $N_{необх}$ се реализира чрез N_M , т.е. $N_{необх} \leq N_M$. Когато те са равни, тогава $\beta_{рез,1}^N = 0$.

Максимален и необходим превозен капацитет

Максималният и необходимият превозен капацитет могат да бъдат определяни по една и съща зависимост, но с използване на съответните параметри, т.е.

максималният превозен капацитет се определя по зависимостта

$$\Gamma_M = (N_M^{тов} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр} + N_M^{пътн} \cdot Q_{бр}^{пътн,сп} \cdot k_{изп}^{пътн,бр} + N_M^{проз} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр}) \cdot 2 \cdot L_{уч}, \text{ бруто tkm/ден,} \quad (33)$$

а необходимият превозен капацитет, когато времето за “прозорца” се използва за ремонтни работи, по зависимостта

$$\Gamma_{необх} = (N_{необх}^{тов} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр} + N_{необх}^{пътн} \cdot Q_{бр}^{пътн,сп} \cdot k_{изп}^{пътн,бр} + N_{необх}^{лок} \cdot Q_{бр}^{лок,сп} \cdot k_{изп}^{лок,бр} + N_{необх}^{проз} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр}) \cdot 2 \cdot L_{уч}, \text{ бруто tkm/ден} \quad (34)$$

или

$$\Gamma_{необх} = (N_{необх}^{тов} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр} + N_{необх}^{пътн} \cdot Q_{бр}^{пътн,сп} \cdot k_{изп}^{пътн,бр} + N_{необх}^{проз} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр}) \cdot 2 \cdot L_{уч}, \text{ бруто tkm /ден} \quad (35)$$

Когато времето за “прозорците” не е по предназначение, тогава може да се използва за движение на допълнителни влаковете, като резервът се увеличава, т.е.

$$\Gamma_{необх}^{п,м} = \Gamma_{необх}^{без.проз} = (N_{необх}^{тов} \cdot Q_{бр}^{тов,сп} \cdot k_{изп}^{тов,бр} + N_{необх}^{пътн} \cdot Q_{бр}^{пътн,сп} \cdot k_{изп}^{пътн,бр}) \cdot 2 \cdot L_{уч}, \text{ бруто tkm /ден,} \quad (36)$$

където

$Q_{бр}^{тов,ср}$, $Q_{бр}^{пътн,ср}$ са средната брутна тежина, съответно на товарен и пътнически влак, като тези стойности могат да бъдат средно претеглени между брутните тегла в едната и в другата посока (четна и нечетна), в бруто t/тов.влак и в бруто t/пътн.влак, т.е.

$$Q_{бр}^{тов,ср} = \frac{N^ч \cdot Q_{бр}^ч + N^{нч} \cdot Q_{бр}^{нч}}{N^ч + N^{нч}}, \text{ бруто t/влак;} \quad (37)$$

$k_{изп}^{тов,бр}$, $k_{изп}^{пътн,бр}$ - коефициентът на използване на брутното тегло съответно на товарен и пътнически влак;

$L_{уч}$ - дължината на участъка, km;

2 - за двете посоки (четна и нечетна).

Обвързване на капацитета с инфраструктурата

При оптимизацията на продължителността на “прозореца” при наличието му се изчисляват експлоатационните разходи в него за ремонт и извън него за допълнителни разходи на движението.

Изчисленията за максималната и необходимата пропускателна и превозна способност за пръв път са насочени към определяне на показателите, необходими за определяне на таксите за ползване и достъп на железопътната инфраструктура. Максималните и необходимите капацитети се трансформират в пътнически и товарни влаккилометри и в пътнически и товарни бруто тонкилометри за всички железопътни участъци. Това дава възможност да се сравняват разчетните им стойности с фактическото им изпълнение. За пръв път се предлага методика за определяне на паричната стойност на “прозореца” чрез капацитета и инфраструктурните такси (ИТ). Инфраструктурните такси, които сега не се изчисляват и събират по време на “прозорец” за ремонтно-възстановителни работи, могат да се определят чрез еквивалента за пропускане на влакове. Предлагат се два начина:

- когато за планирания “прозорец” влаккилометрите и бруто тонкилометрите се определят директно от ГДВ чрез съответния еквивалент в товарни или пътнически влакове;

- когато тези параметри не са известни. За този случай влаккилометрите и бруто тонкилометрите, съответстващи на “прозореца”, могат да се получат след преразпределението на товарните влакове по категории, получени от гореизложената методика. Разпределението може да се извърши по структурата на необходимата пропускателна способност, т.е.:

$$N_{м}^{проз,тов} = \alpha_{необх}^{тов} N_{м}^{проз}, \quad \text{бр.чифта/ден} \quad (38a)$$

$$N_{м}^{проз,пътн} = \alpha_{необх}^{пътн} N_{м}^{проз}, \quad \text{бр.чифта/ден} \quad (38б)$$

ИЛИ

$$N_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} = \alpha_{\text{необх}}^{\text{тов}} N_{\text{необх}}^{\text{проз}}, \quad \text{бр.чифта/ден}; \quad (39\text{а})$$

$$N_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}} = \alpha_{\text{необх}}^{\text{пътн}} N_{\text{необх}}^{\text{проз}}, \quad \text{бр.чифта/ден.} \quad (39\text{б})$$

Тогава

$$N_{\text{м}}^{\text{проз}} = N_{\text{м}}^{\text{проз,тов}} + N_{\text{м}}^{\text{проз,пътн}}, \quad \text{бр.чифта/ден}; \quad \text{или} \quad (40\text{а})$$

$$N_{\text{необх}}^{\text{проз}} = N_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} + N_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}}, \quad \text{бр.чифта/ден.} \quad (40\text{б})$$

Като се анализира структурата на ИТ, се вижда, че за тяхното определяне са необходими стойностите на влаккилометрите и бруто тонкилометровата работа в участъка.

Влаккилометрите се изчисляват от броя на влаковете и от дължината на участъка $L_{\text{уч}}$, т.е.

$$V_{\text{м}}^{\text{проз,тов}} = N_{\text{м}}^{\text{проз,тов}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}}, \quad \text{вл.km/ден}; \quad (41\text{а})$$

$$V_{\text{м}}^{\text{проз,пътн}} = N_{\text{м}}^{\text{проз,пътн}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}}, \quad \text{вл.km/ден.} \quad (41\text{б})$$

ИЛИ

$$V_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} = N_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}}, \quad \text{вл.km/ден}; \quad (42\text{а});$$

$$V_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}} = N_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}}, \quad \text{вл.km/ден.} \quad (42\text{б}).$$

Бруто тонкилометрите се определят по подобен начин, като се използват брутните тегла на влаковете, т.е.

$$B_{\text{м}}^{\text{проз,тов}} = N_{\text{м}}^{\text{проз,тов}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{тов,ср}}, \quad \text{бруто tkm/ден}; \quad (43\text{а})$$

$$B_{\text{м}}^{\text{проз,пътн}} = N_{\text{м}}^{\text{проз,пътн}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{пътн,ср}}, \quad \text{бруто tkm/ден.} \quad (43\text{б})$$

ИЛИ

$$B_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} = N_{\text{необх}}^{\text{проз,тов}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{тов,ср}}, \quad \text{бруто tkm/ден}, \quad (44\text{а})$$

$$B_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}} = N_{\text{необх}}^{\text{проз,пътн}} \cdot 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{пътн,ср}}, \quad \text{бруто tkm/ден.} \quad (44\text{б})$$

Съгласно Постановление №194 на МС от 02.08.2004 г., публикувано в ДВ бр. 71 на 2004 г., ИТ са разделени за пътническо и товарно движение. За пътническо движение са разделени на отделни категории пътнически превози, а

за товарно движение са диференцирани за товарни влакове и контейнери и за товарни автомобили в блок-влакове. Основните елементи са: такса за резервация (лв./вл.км) и такса за ползване, съдържаща такси за железен път (лв./бруто tkm), ел.инсталации (лв./вл.км), контактна мрежа (лв./вл.км) и управление на движението (лв./вл.км).

Размерът на инфраструктурните такси (ИТ) се определя, като се умножат единичните цени (ставки) по стойността на показателя (влаккилометри или бруто tkm)

Пример:

Нека разгледаме един участък с дължина $L_{уч}=50$ km, с необходима пропускателна способност $N_{необх}^{пътн}=6$ пътнически влака, $N_{необх}^{тов}=2$ товарни влака и $N_{необх}^{проз}=N_M^{проз}=4$ влака, съответстващ на “прозорец” с продължителност 240 min (4 часа). Влакове не се движат, тъй като “прозорецът” се използва за ремонтно-възстановителни работи. Брутните маси на пътническите влакове са $Q_{бр}^{пътн,ср}=500$ t, а на товарните - $Q_{бр}^{тов,ср}=1000$ t .

Разпределението на тези влакове е:

$$N_M^{проз,тов} = \alpha_{необх}^{тов} N_M^{проз} = 2 / (6+2) \cdot 4 = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ чифт/ден;}$$

$$N_M^{проз,пътн} = \alpha_{необх}^{пътн} N_M^{проз} = 6 / (6+2) \cdot 4 = 0,75 \cdot 4 = 3 \text{ чифта/ден.}$$

Влаккилометрите са:

$$V_M^{проз,тов} = N_M^{проз,тов} \cdot 2 \cdot L_{уч} = 1 \cdot 2 \cdot 50 = 100 \text{ вл.км;}$$

$$V_M^{проз,пътн} = N_M^{проз,пътн} \cdot 2 \cdot L_{уч} = 3 \cdot 2 \cdot 50 = 300 \text{ вл.км.}$$

Бруто тонкилометрите са:

$$B_M^{проз,тов} = N_M^{проз,тов} \cdot 2 \cdot L_{уч} \cdot Q_{бр}^{тов,ср} = 1 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 1000 = 100\ 000 \text{ бруто tkm;}$$

$$B_M^{проз,пътн} = N_M^{проз,пътн} \cdot 2 \cdot L_{уч} \cdot Q_{бр}^{пътн,ср} = 3 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 500 = 150\ 000 \text{ бруто tkm.}$$

ИТ са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Елементи на ИТ	Ставка			Пътн.		Товар		ИТ лв.
	пътн.	товар.	единица	вл.км	бруто tkm	вл.км	бруто tkm	
Резервация	0,3792	1,2595	лв/вл.км	300		100		239,71
Ползване								
Железен път	0,00224	0,00415	лв/брткм		150000		100000	751,00
Ел.инсталация	0,3216	0,5894	лв/вл.км	300		100		155,42
Конт.мрежа	0,1864	0,4621	лв/вл.км	300		100		102,13
Управл. на дв-то	1,0405	2,5870	лв/вл.км	300		100		570,85
ОБЩО								1819,11
Стойност на 1 час от “прозореца”								455

Използвайки този подход, ИТ могат да бъдат изчислени в по-големи детайли (например с участието на различни категории пътнически и товарни влакове, на пълни и празни товарни вагони и др.).

Така определените ИТ могат да бъдат използвани:

- в приходно-разходните оценки при обосновката на необходимостта от броя и продължителността на “прозорците” за извършване на ремонтно-възстановителни работи;
- като инструмент за пазарни отношения с ползвателите на “прозорците”;
- като стойностен регулатор между поделенията на инфраструктурата и др.

Резерви на превозния капацитет на железопътната инфраструктура

Резервът на максималната превозна способност се определя в зависимост от времето за осъществяване на ремонтно-възстановителните работи.

Когато времето за “прозореца” се използва за ремонтни работи, резервът е:

$$\beta_{рез,1}^{\Gamma} = \frac{\Gamma_m - \Gamma_{необх}}{\Gamma_m}, \quad (45)$$

а когато времето за “прозорците” не е по предназначение, тогава може да се използва за движение на допълнителни влаковете, като резервът се увеличава

$$\beta_{рез,2}^{\Gamma} = \frac{\Gamma_m - \Gamma_{необх\ безпроз}}{\Gamma_m} = \frac{\Gamma_m - \Gamma_{необх}^{n,m}}{\Gamma_m}. \quad (46)$$

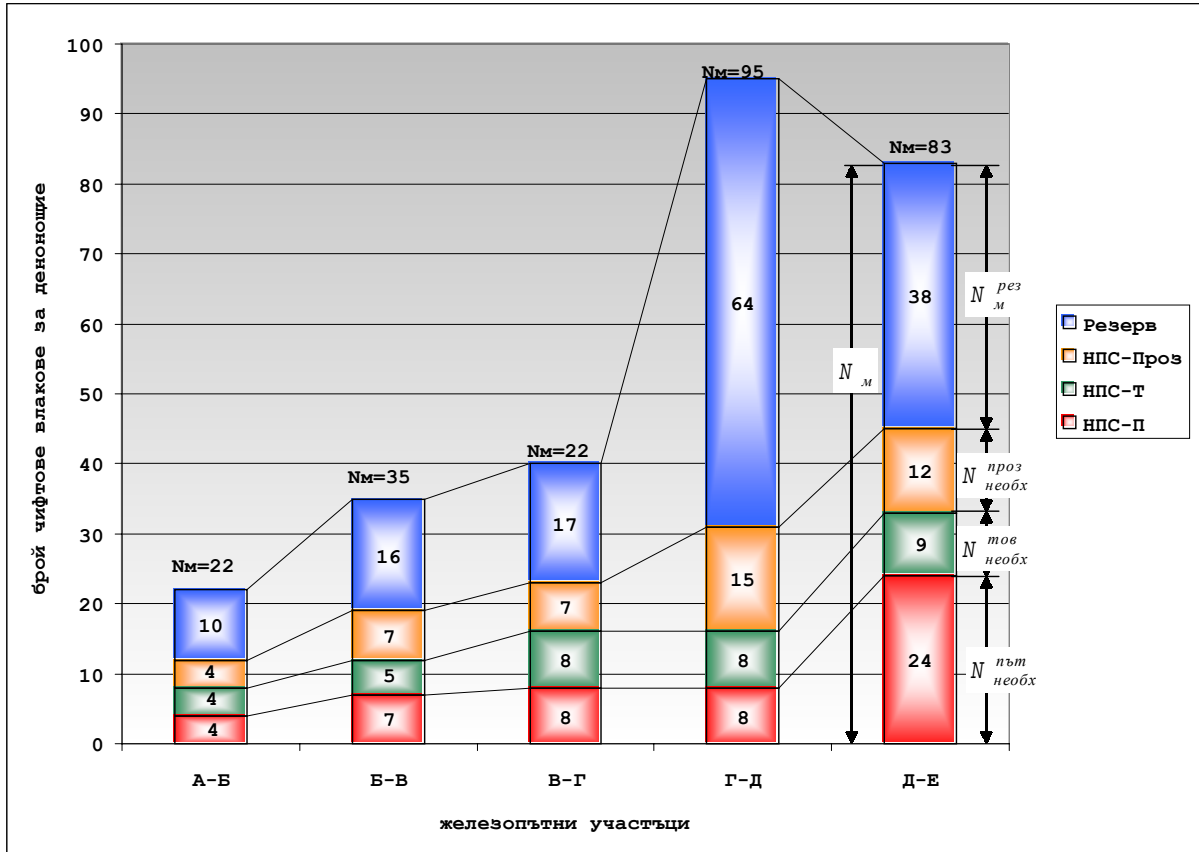
Частта на максималната превозна способност за “прозорци” в относителен дял е (аналогично на резерва на влаковия капацитет):

$$\Delta\beta_{рез,проз}^{\Gamma} = \frac{\Gamma_{необх} - \Gamma_{необх}^{n,m}}{\Gamma_m} = \frac{\Gamma_{проз}}{\Gamma_m} = \frac{\Gamma_m^{проз}}{\Gamma_m} = \beta_{рез,2}^{\Gamma} - \beta_{рез,1}^{\Gamma} \quad (47)$$

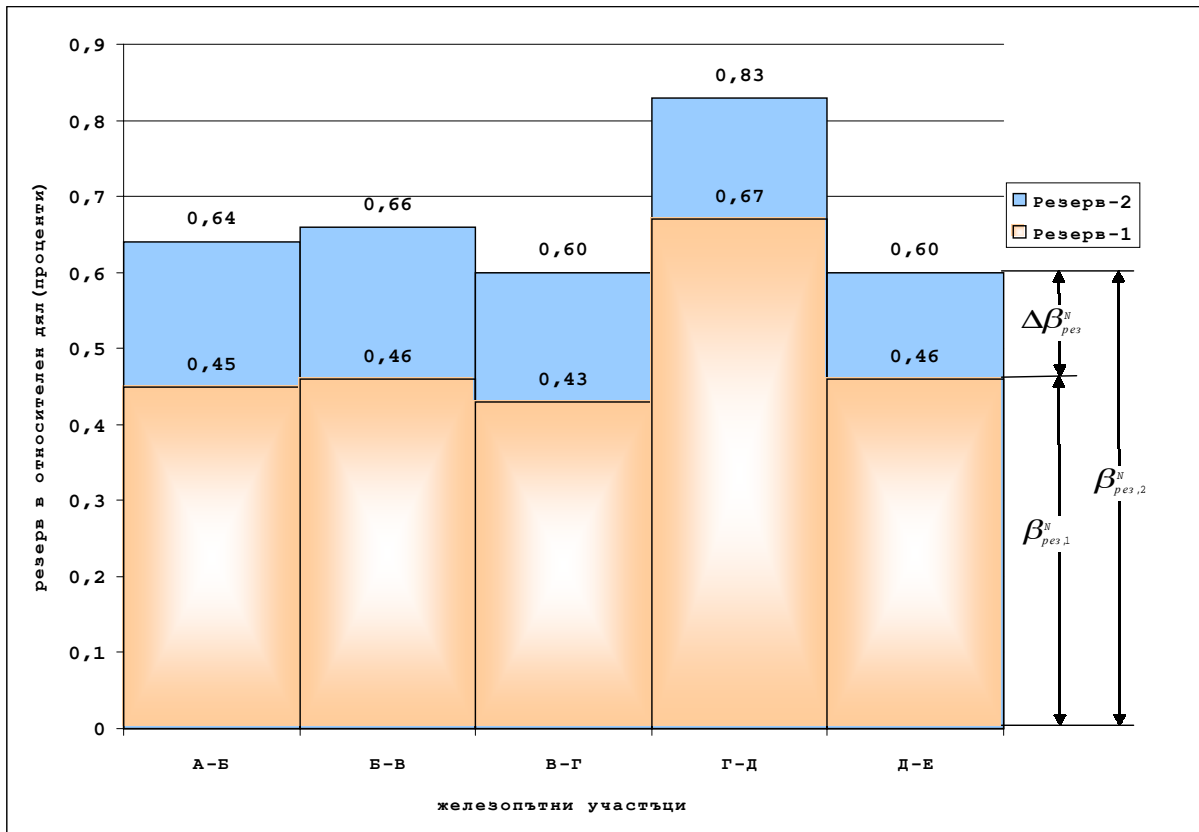
На фиг. 2 е посочен пример за изчисляване на максималната и необходимата пропускателна способност на една жп магистрала по изложената по-горе методика, на базата на която се прави анализ на структурата на влаковото движение по категории на влаковете и по еквивалентния резерв на максималната пропускателна способност.

На фиг. 3 е дадена графика за резерва на максималната пропускателна способност за същата железопътна магистрала, посочена на фиг. 1. На базата на получените конкретни резултати се прави анализ и се определят възможностите за изменение на максималната пропускателна способност в зависимост от изследвания резерв.

Фиг. 2. Пропускателна способност и резерв на жп магистрала А-Е



Фиг. 3. Резерв на максималната пропускателна способност на магистрала А-Е



Изводи и препоръки

Тъй като при новите условия за приложение на нови показатели за определяне на инфраструктурните такси, респективно разплащания между новосъздадените железопътни компании, а впоследствие и при нови превозвачи, се появи необходимостта да се разработи усъвършенствана методика. Новите моменти в нея са:

- приложение на единия или на другия модел за определяне на максималния и необходимия капацитет за всеки експлоатационен участък по категории влакове, на базата на които се съставят за първи път съответно максималния и необходимия капацитет в пътнически и товарни влаккилометри;
- за първи път от получените по-горе капацитети могат аналогично да се определят максималните и необходимите бруто tkm (ако е необходимо и нето tkm) за пътническите и товарните влакове;
- създава се възможност да се формулират и прогнозираят капацитетите в получените им нови форми на изразяване;
- за първи път се включва времето на “прозорците” за ремонтно-възстановителни работи в еквивалентните му нови форми – влаккилометри, бруто tkm и съответно парична стойност на всеки “прозорец” чрез ИТ;
- чрез анализа се установява базовата продължителност на времето за “прозорец”, която дава възможност при построяването на ГДВ да се създадат в него свободни от движение трасета (периоди) от време, успоредни на групите влакове, които ще могат да се използват за средни и текущи ремонти. При необходимост от по-голям “прозорец”, той се осъществява с по-малки експлоатационни разходи;
- за първи път се дава възможност разпределението на капацитетите да става вътрешноструктурно по категории на движение с еднакви съотношения в необходимия (по ГДВ) и максималния капацитет.

За първи път е дадена методика и пример за определяне на паричната стойност на едно прекъсване на движението (един “прозорец”) чрез определяне на еквивалента му и инфраструктурните такси, което дава възможност за икономически и пазарен подход при ползване или неползване на “прозорците”.

При разглеждане на максималния и необходимия капацитет за определен перспективен период на съответна железопътна магистрала се прилага същата методика, само че с очакваните данни за разчетната година.

IMPROVING THE METHODS OF DEFINING AND ANALYZING THE CAPACITY OF THE RAILWAY NETWORK

Rayko Raykov

*The Higher Transport School, 158, Geo Milev str.,
Sofia, Bulgaria*

***Summary:** Improved methods for setting the maximum and sufficient capacity of the railway sections of the transportation system have been developed according to the main factors and new indicators for infrastructure fares, which were introduced in the process of separating the exploitation transportation work from the railway infrastructure. Methods have been presented through their formula and graphic aspect with some cases and graphics for particular conditions of the railways for current and prospective indicators. There are also some useful conclusions and practical suggestions.*

***Key Words:** railways, transportation, infrastructure, schedule, movement, capacity, methods, definition, factors, indicators, infrastructure fares, movement interruption due to overhauls, requirements.*