



Technical University of Sofia
Faculty of Transport

**SCIENTIFIC CONFERENCE
on Aeronautics, Automotive and
Railway Engineering and
Technologies**

BulTrans-2010

PROCEEDINGS

Sponsored by:

Research and Development of TU-Sofia
Knorr-Bremse Group
Transwagon JSC
Bulgarian Railway Company

**September 24-26, 2010
Sozopol, Bulgaria**

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ СОФИЯ
ТРАНСПОРТЕН ФАКУЛТЕТ



**НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
по авиационна, автомобилна и
железопътна техника и технологии**

БулТранс-2010

СБОРНИК ДОКЛАДИ

24-26 септември 2010 г.
Морска почивна станция "Лазур" в гр.Созопол

© МП Издателство на Технически университет – София

© Редактор: М. Тодоров

ISSN 1313-955X

МЕТОДИКА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРЕСТОЯ НА ТРАНСПОРТНИ СРЕДСТВА В ГАРОВ КОНТЕЙНЕРЕН ТЕРМИНАЛ С ОТЧИТАНЕ НА СЛУЧАЙНИЯ ХАРАКТЕР НА ПРОЦЕСИТЕ

СВЕТОСЛАВ МАРТИНОВ

Катедра „Железопътна техника“, Технически университет – София, РБългария
 s.martinov@tu-sofia.bg

Резюме:

Методиката позволява да се определи престоя на транспортните средства в гаров контейнерен терминал, който се представя като система за масово обслужване. Технологичните процеси в терминала се разглеждат при групово обслужване на контейнерните блок влакове и индивидуално обслужване на автомобилите-контейнеровози от надеждни обслужващи устройства с еднаква производителност.

Ключови думи: Контейнерен терминал, Система за масово обслужване, Контейнерен блок влак.

1. Въведение

Процесите, протичащи в гаровите контейнерни терминали (ГКТ), позволяват те да се представят като системи за масово обслужване (СМО) и да се изследват различни параметри, свързани с функционирането им.

Престоят на транспортните средства (ТС), обслужващи ГКТ е параметър, позволяващ да се оцени ефективността на работа на системата „Гаров контейнерен терминал“, да се проектират технологични и технически параметри на терминалите, както и да се изследват икономически показатели, свързани с престоя на автомобилите контейнеровози (АК) и контейнерните блок влакове (КБВ).

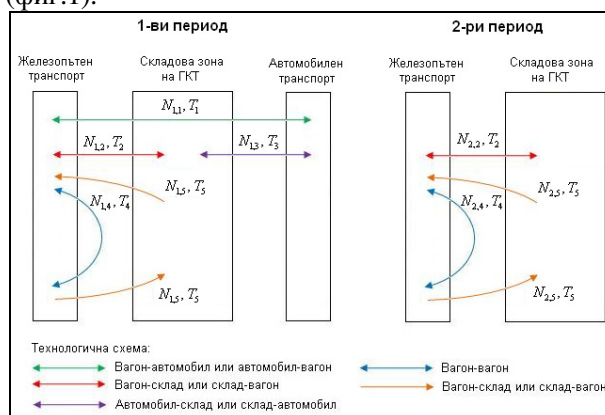
2. Основни положения

ГКТ се разглежда като недетерминирана СМО, без отказ, без приоритет и с неограничена опашка от страна на постъпващите заявки. Входящите потоци от КБВ и АК са поасонов и времето за обслужване на една заявка е разпределено по експоненциален закон. При определяне на параметрите на терминала, разглеждан като СМО се отчита, че линейните КБВ, обслужващи междинни ГКТ, превозват и голямотонажни контейнери (ГТК), които не са предназначени за

манипулиране в тях. Изчисленията за конкретен ГКТ се извършват за контейнерооборота обработван в него. Приема се, че всички КБВ пристигат равномерно през денонощието в ГКТ и са с еднакъв брой вагони в състава.

Работата на ГКТ през денонощието се представя чрез два периода: първи период с продължителност T_a през който в ГКТ се подават и обслужват АК и КБВ и втори период с продължителност T_i през който се подават и обслужват само КБВ при: $T_a + T_i \leq 24, h$.

Обработването на ГТК в ГКТ през денонощието се извършва по различни технологични схеми според периода на работа (фиг.1).



Фиг. 1. Технологични схеми на работа на ГКТ

Тъй като транзитните ГТК представляват сравнително малка част от общия контейнерооборот на контейнерните терминали, за опростяване на модела се приема, че транзитните ГТК, подлежащи на индиректна обработка в ГКТ, пристигнали през съответен период на работа на терминала през денонощието, заминават през същия период.

3. Определяне на продължителността на обслужване на транспортните средства през първи период на денонощието

$$t_{AK} = (N_{1,1} \cdot T_1 + N_{1,3} \cdot T_3) / N_{AK}, h / авт., \quad (1)$$

където: t_{AK} е средната продължителност на обслужване на един АК, h/авт.; $N_{1,1}, N_{1,2}, N_{1,3}, N_{1,4}, N_{1,5}$ - количеството ГТК, обработени по съответна технологична схема през първи период на денонощието, конт./денон.; N_{AK} - средният брой на АК, необходими за превозване на ГТК, авт.; n_{AK} - среден брой ГТК, разположени върху един АК, конт./авт.

$$t_{КБВ,1} = \frac{N_{1,1} \cdot T_1 + N_{1,2} \cdot T_2 + N_{1,4} \cdot T_4 + 2 \cdot N_{1,5} \cdot T_5}{N_{КБВ,1} \cdot N_{ТРМ,1}}, \frac{h}{\text{влак}}, \quad (2)$$

където: $t_{КБВ,1}$ е средната продължителност на обслужване на един КБВ в ГКТ през първи период, h/влак; $N_{КБВ,1}$ - брой на КБВ, обслужващи ГКТ през първи период, бр. влака; $N_{ТРМ,1}$ - брой на ТРМ, работещи на ГКТ през първи период, бр.

Ограничения за броя на КБВ, обслужващи ГКТ през първи период ($N_{КБВ,1} \geq 1$, бр. влака) са:

$$N_{КБВ,1} \geq \frac{N_{1,1} + N_{1,2} + N_{1,4} + N_{1,5}}{N_{ВАГ} \cdot n_{КБВ} \cdot K_{КБВ}}, \text{бр. влака}; \quad (3)$$

$$N_{КБВ,1} \leq T_a / (t_{КБВ,1} + t_{ман}), \text{бр. влака}, \quad (4)$$

където: $N_{ВАГ}$ е средният брой на вагоните в един КБВ, вагони/влак; $n_{КБВ}$ - брой на местата за разполагане на 20 футови ГТК в един вагон, конт./вагон; $K_{КБВ}$ - коефициент, отчитащ степента на запълване на местата за ГТК, коеф.; $t_{ман}$ - средна продължителност на времето за подаване и изваждане на един КБВ на и от товарно-разтоварните коловози в ГКТ, h.

4. Определяне на продължителността на обслужване на транспортните средства през втори период на денонощието

Средната продължителност на обслужване на един КБВ през втори период е:

$$t_{КБВ,2} = \frac{N_{2,2} \cdot T_2 + N_{2,4} \cdot T_4 + 2 \cdot N_{2,5} \cdot T_5}{N_{КБВ,2} \cdot N_{ТРМ,2}}, \frac{h}{\text{влак}}, \quad (5)$$

където: $N_{2,2}, N_{2,4}, N_{2,5}$ са количеството ГТК, обработени по съответна технологична схема през втори период, конт./денон.; $N_{КБВ,2}$ - брой на КБВ, обслужвани в ГКТ през втори период, бр. влака; $N_{ТРМ,2}$ - брой на ТРМ, работещи на ГКТ през втори период, бр.

Ограничения за броя на КБВ, обслужващи ГКТ през втори период ($N_{КБВ,2} \geq 1$, бр. влака) са:

$$N_{КБВ,2} \geq \frac{N_{2,2} + N_{2,4} + N_{2,5}}{N_{ВАГ} \cdot n_{КБВ} \cdot K_{КБВ}}, \text{бр. влака}; \quad (6)$$

$$N_{КБВ,2} \leq T_a \cdot (t_{КБВ,2} + t_{ман}), \text{бр. влака}. \quad (7)$$

5. Определяне на периода на престой в опашка на ТС при очакване за обслужването им в ГКТ

ГКТ се разглежда, като съставен от два условно разделени товарно-разтоварни фронта (ТРФ) [4]. Единият е едноканална СМО в който заявките са КБВ, които се обслужват групово от обслужващо устройство, състоящо се от група еднотипни товарно-разтоварни машини (ТРМ) с еднаква производителност. Другият ТРФ е многоканална СМО с $N_{ТРМ}$ броя ТРМ в която се обслужват постъпващите АК, разглеждани като единични заявки. Параметрите на ГКТ, разглеждан като СМО се определят за двата периода на работа на терминала през денонощието.

ПЪРВИ ПЕРИОД:

Относителното натоварване на ГКТ от потока ГТК по железопътен транспорт (ЖПТ) през първи период (ρ_1) се определя по:

$$\rho_1 = \frac{(N_{1,1} \cdot T_1 + N_{1,2} \cdot T_2 + N_{1,4} \cdot T_4 + 2 \cdot N_{1,5} \cdot T_5)}{N_{ТРМ,1} \cdot (T_a - N_{КБВ,1} \cdot t_{ман})}, \text{коэф.} \quad (8)$$

За осигуряване на стационарен режим на функциониране на ГКТ от потока ГТК по железопътен транспорт през първи период, е необходимо $\rho_1 < 1$ при $T_a - N_{КБВ,1} \cdot t_{ман} > 0$.

Средната продължителност на периода в очакване на един КБВ до началото на обслужване [1,3] през първи период при едноканална система:

$$t_{КБВ,1}^{(оч)} = \rho_1 \cdot t_{КБВ,1} / (1 - \rho_1), h. \quad (9)$$

Средната продължителност на периода в очакване на един АК до началото на обслужване [1,3] през първи период при едноканална система:

$$t_{AK}^{(оч)} = \rho \cdot t_{AK} / (1 - \rho), h. \quad (10)$$

Стойността на параметъра ρ се определя от:

$$\rho = (N_{1,1} \cdot T_1 + N_{1,3} \cdot T_3) / T_a, \text{ коеф.} \quad (11)$$

Средната продължителност на очакване на един АК до началото на обслужване [1,3] през първи период при многоканална система:

$$t_{AK}^{(OЧ)} = P \cdot t_{AK} / (N_{TPM,1} - \rho), h; \quad (12)$$

Определянето на вероятността P [1,3] се извършва по:

$$P = \frac{\rho^{N_{TPM,1}} \cdot P_0}{(N_{TPM,1} - 1)! \cdot (N_{TPM,1} - \rho)}, \quad (13)$$

където: P_0 е вероятността, всички ТРМ на ГКТ да са свободни.

Стойността на P_0 се определя [1,2,3] по:

$$P_0 = 1 / \left(\sum_{i=0}^{N_{TPM,1}-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{N_{TPM,1}}}{(N_{TPM,1} - 1)! \cdot (N_{TPM,1} - \rho)} \right). \quad (14)$$

За осигуряване на стационарен режим на работа на СМО е необходимо, натоварването на системата $(\rho / N_{TPM,1}) < 1$.

ВТОРИ ПЕРИОД:

Относителното натоварване на ГКТ от потока ГТК по ЖПТ през втори период на денонощието е:

$$\rho_2 = \frac{(N_{2,2} \cdot T_2 + N_{2,4} \cdot T_4 + 2 \cdot N_{2,5} \cdot T_5)}{N_{TPM,2} \cdot (T_t - N_{КБВ,2} \cdot t_{ман})}, \text{ коеф.} \quad (15)$$

За осигуряване на стационарен режим на функциониране на ГКТ от потока ГТК по ЖПТ през втори период, е необходимо $\rho_2 < 1$ при $T_t - N_{КБВ,2} \cdot t_{ман} > 0$.

Средната продължителност на периода в очакване на един КБВ до началото на обслужване [1,3] през втори период при едноканална система е:

$$t_{КБВ,2}^{(OЧ)} = (\rho_2 \cdot t_{КБВ,2}) / (1 - \rho_2), h. \quad (16)$$

6. Определяне на периода на престой на ТС в ГКТ

Средната продължителност на периода за престой [2] на един КБВ в ГКТ през първи и втори период се определя по:

$$t_{КБВ,1}^{(ПР)} = t_{КБВ,1} + t_{КБВ,1}^{(OЧ)}, h; \quad (17)$$

$$t_{КБВ,2}^{(ПР)} = t_{КБВ,2} + t_{КБВ,2}^{(OЧ)}, h. \quad (18)$$

Средната продължителност на периода за престой на един АК в ГКТ се определя [2] по:

$$t_{AK}^{(ПР)} = t_{AK} + t_{AK}^{(OЧ)}, h. \quad (19)$$

Математическото очакване [2,3] за броя на заявките от АК, очакващи да бъдат обслужени в ГКТ се определя по:

$$N_{AK}^{(OЧ)} = \frac{P_0 \cdot \rho^{N_{TPM,1}+1}}{(N_{TPM,1} - 1)! \cdot (N_{TPM,1} - \rho)^2}, \text{ бр.} \quad (20)$$

Математическото очакване [2] за броя на заявките от КБВ, очакващи да бъдат обслужени в ГКТ през първи и втори период на денонощието се определя по:

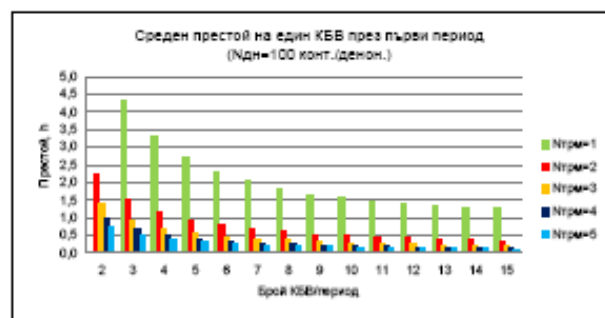
$$N_{КБВ,1}^{(OЧ)} = \frac{\rho_1^2}{1 - \rho_1}, \text{ бр.}; \quad (21)$$

$$N_{КБВ,2}^{(OЧ)} = \frac{\rho_2^2}{1 - \rho_2}, \text{ бр.} \quad (22)$$

6. Резултати

Проведено е изследване за продължителността на престой на транспортните средства в ГКТ при средноденоношен контейнерооборот, изменящ се в границите от 100 до 300 конт./денон. В състава на един КБВ, обслужващ терминала са включени 20 вагона с възможност за разполагане върху всеки вагон на три 20 футови ГТК. Изследването е проведено при транспортиране на 20 футови ГТК и 80% заетост на местата за контейнери в един състав.

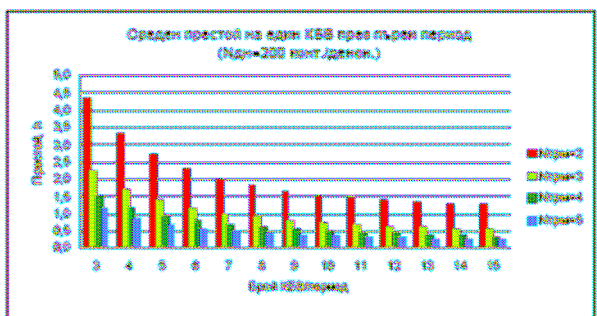
Част от резултатите от проведените изчисления са представени на фигури от 2 до 9. Резултатите се отнасят за КБВ с общ престой в ГКТ до 5 часа и при не повече от 15 влака, постъпили за обработване през разглеждания период на денонощието.



Фиг. 2. Среден престой на един КБВ през първи период при $N_{дн}=100$ конт./денон.



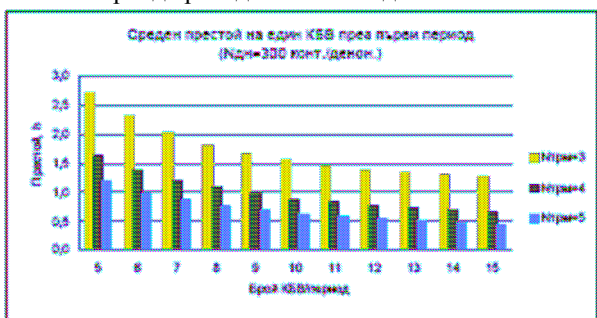
Фиг. 3. Среден престой на един КБВ през втори период при $N_{дн}=100$ конт./денон.



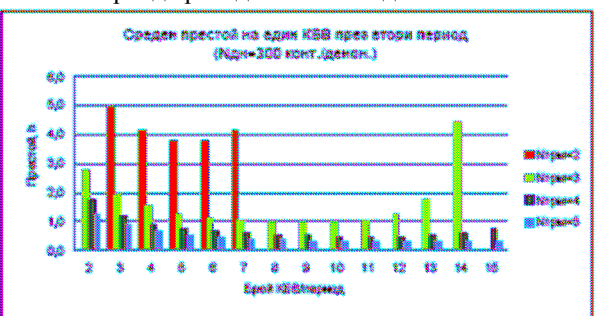
Фиг. 4. Среден престой на един КБВ през първи период при $N_{dn}=200$ конт./денон.



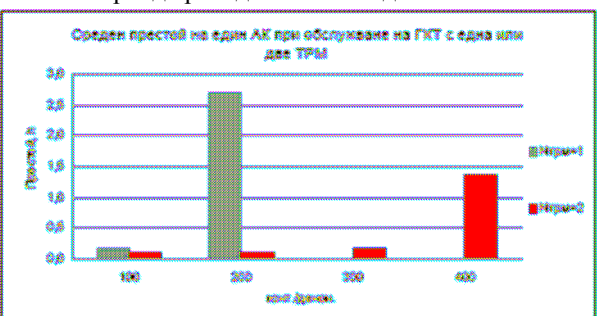
Фиг. 5. Среден престой на един КБВ през втори период при $N_{dn}=200$ конт./денон.



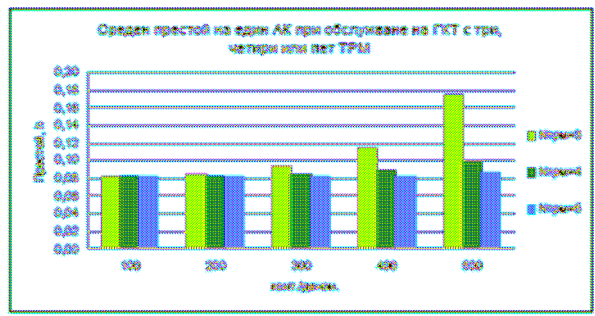
Фиг. 6. Среден престой на един КБВ през първи период при $N_{dn}=300$ конт./денон.



Фиг. 7. Среден престой на един КБВ през втори период при $N_{dn}=300$ конт./денон.



Фиг. 8. Среден престой на един АК през първи период при една или две TPM.



Фиг. 9. Среден престой на един АК през първи период при две, три или четири TPM.

7. Анализ на резултатите

Резултатите от проведените изследвания показват влияние върху продължителността на престой на КБВ в зависимост от броя на TPM, обслужващи ГКТ. Различният брой на КБВ, с които се извозват ГТК през разглежданите периоди на работа на ГКТ влияе върху продължителността на престой. Намаляващата продължителност на престоя при нарастване на броя на КБВ е последвана от рязко нарастване на престоя при достигане на определен брой на КБВ в зависимост от изследвания вариант.

При АК, обслужващи ГКТ се наблюдава плавно, незначително увеличаване на продължителността на престой при нарастване на ежедневния контейнерооборот на терминала до определена стойност след което, се наблюдава рязко нарастване на продължителността на престой.

8. Литература

- [1] Акулиничев В., В. Кудрявцев, П. Шульженко. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог. Транспорт. 1973. М.
- [2] Дрю Д., Теория транспортных потоков и управление ими. Транспорт. 1972. М.
- [3] Обретенов А., Б. Димитров, Е. Даниелян, Масово обслужване и приоритетни системи на обслужване. Наука и изкуство. 1973. С.
- [4] Петров Д., С. Стоядинов. Ръководство за семинарни упражнения по механизация и организация на товарно-разтоварните и складовите процеси в транспорта. ВМЕИ „В. И. Ленин“. 1980. С.

Авторът изказва благодарност на НИС при ТУ-София за предоставената възможност за провеждане на настоящото изследване.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE DOWNTIME OF VEHICLES IN CONTAINER TERMINAL CONSIDERING THE RANDOM NATURE OF PROCESSES

SVETOSLAV MARTINOV

Department of Railway Engineering
Technical University of Sofia