

ОПТИМИЗИРАНЕ ТЕХНОЛОГИЯТА НА РАБОТА И ТЕХНИЧЕСКАТА СЪОРЪЖЕНОСТ НА ВЗАИМОДЕЙСТВАЩИТЕ СИСТЕМИ В СПЕЦИАЛИЗИРАНИ ТЕРМИНАЛИ

Андрей Борисов, Теодор Беров
androbor@abv.bg, tberov@vtu.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков”,
ул. „Гео Милев” № 158, 1574 София
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: логистика, управление, транспорт, оптимизация, терминал, технология.

Резюме: Развитието на логистичните вериги в местен, регионален и международен обхват, налага изграждането и функционирането на специализирани терминали за конкретни материални потоци, с цел повишаване конкурентноспособността на транспортните оператори. Наличието на активна конкурентна среда и завишени критерии за качество при обслужване на товародателите, изисква постоянен анализ, оптимизиране и планиране на транспортната работа в пунктовете на взаимодействие между различните видове транспорт. Позицията им на пазара на транспортни услуги, пряко зависи от правилното оразмеряване на ресурса (транспортни средства, техника, хора, енергийни разходи) и времето за обслужване на заявките. Решението на проблема се свежда до избор на критерий за оптималност, анализ и определяне на основни технически, и технологични параметри влияещи върху подвозващия и отвозващ транспорт в терминалите. Организацията на работа във взаимодействиящите системи изисква разработването на Единен технологичен процес, отчитащ комплексно дейността на всички оператори и налагащ единен режим на работа в терминала.

Терминалите са логистични активности осигуряващи преминаването на товаропотока от една фаза в друга и синхронизиращи работата на различните видове транспорт (транспортни оператори и фирми) обслужващи определена логистична верига. Позицията им на пазара на транспортни услуги, пряко зависи от правилното оразмеряване на ресурса (транспортни средства, техника, хора, енергийни разходи), график за работа на отвозващия транспорт и времето за обслужване на заявките.

1./ ЦЕЛ на настоящето изследване са специализираните терминали за общо ползване (в които имат достъп всякакви юридически лица) и оптимизиране дейността на отвозващия транспорт, свеждаща се до определяне на базови технологични параметри (като графици, времена за обработка, брой транспортни средства) и време за заемане на съоръжения и складови пространства.

Оптимизиране технологията на работа и техническата съоръженост се налага при проектиране на логистични вериги или в случаите когато имаме очаквано

увеличение/намаление на превозите и обемите материален ресурс в терминала за конкретен клиент [1], [2] .

Решаването на този проблем се извършва в следната последователност:

- 1).Определяне на показателя (критерия), по който ще се извърши оптимизацията.
- 2).Уточняване обхвата на задачата.
- 3).Съставяне на модел, т.е. установяване на връзката между оптимизируемите параметри, избрания критерий и проверка за адекватност.
- 4).Събиране и обработка на достатъчен брой статистически данни, позволяващи определянето на неуправляемите параметри на модела, основно коефициентите на вариации.
- 5).Намиране на оптималните параметри посредством проиграване на варианти или подходящ оптимизационен метод [3], [4].

За да се създаде модел на взаимодействащите процеси е необходимо да се установи връзката между избрания критерий и управляемите (оптимизируеми) параметри.

Първо е необходимо да се определи обхвата на модела, т.е. кои от многобройните технически и технологични параметри ще влязат в модела. Както е известно от теорията на моделирането, не бива да се включват много променливи, тъй като модела става неработоспособен.

Дейността по преминаването на товарите от един транспорт на друг се извършва от голям брой технически устройства, свързани в определена технологична последователност.

Постоянните устройства имат „консервативен” характер. Към тях се отнасят на първо място претоварните устройства. В това понятие се включват всичките технически съоръжения осигуряващи преминаване на товарите от един вид транспорт на друг (кранове, конвейри, повдигачи, вагонообръщатели и др.).Следващите по важност са складовете.

Често срещана грешка е при оптимизирането на процеса да се отчитат само дейностите в пункта на взаимодействие, без да се има предвид въздействието върху другите видове транспорт и евентуално влошаване обслужването на превозвачите. Ето защо интересите на превозвачите се защитават, като се въвеждат определени норми за престой на подвижния състав и санкции за неговото пресрочване отразени в Единната транспортна технология (ЕТТ) и различните технологични карти на процесите за всички фази през които преминава товаропотока[5], [6], [7].

За конкретния терминал е необходимо да се изследват :

- *Престой под технологични операции* (маневри, теглене, оформяне на документи и др). Повечето са специфични за всеки вид транспорт и не оказват значително влияние върху престоите на другите видове транспорт [1], [4].
- *Престои под товарно-разтоварни операции*. Оказва съществено влияние на всички участващи видове транспорт. Задължително участва в модела.
- *Престой в очакване на технологични операции*.
- *Престой поради липса на товар*. Той се поражда от изискването да се поддържа определен резерв за покриване на периоди с повишена необходимост от превози.

2./ СХЕМА НА ПРОЦЕСИТЕ

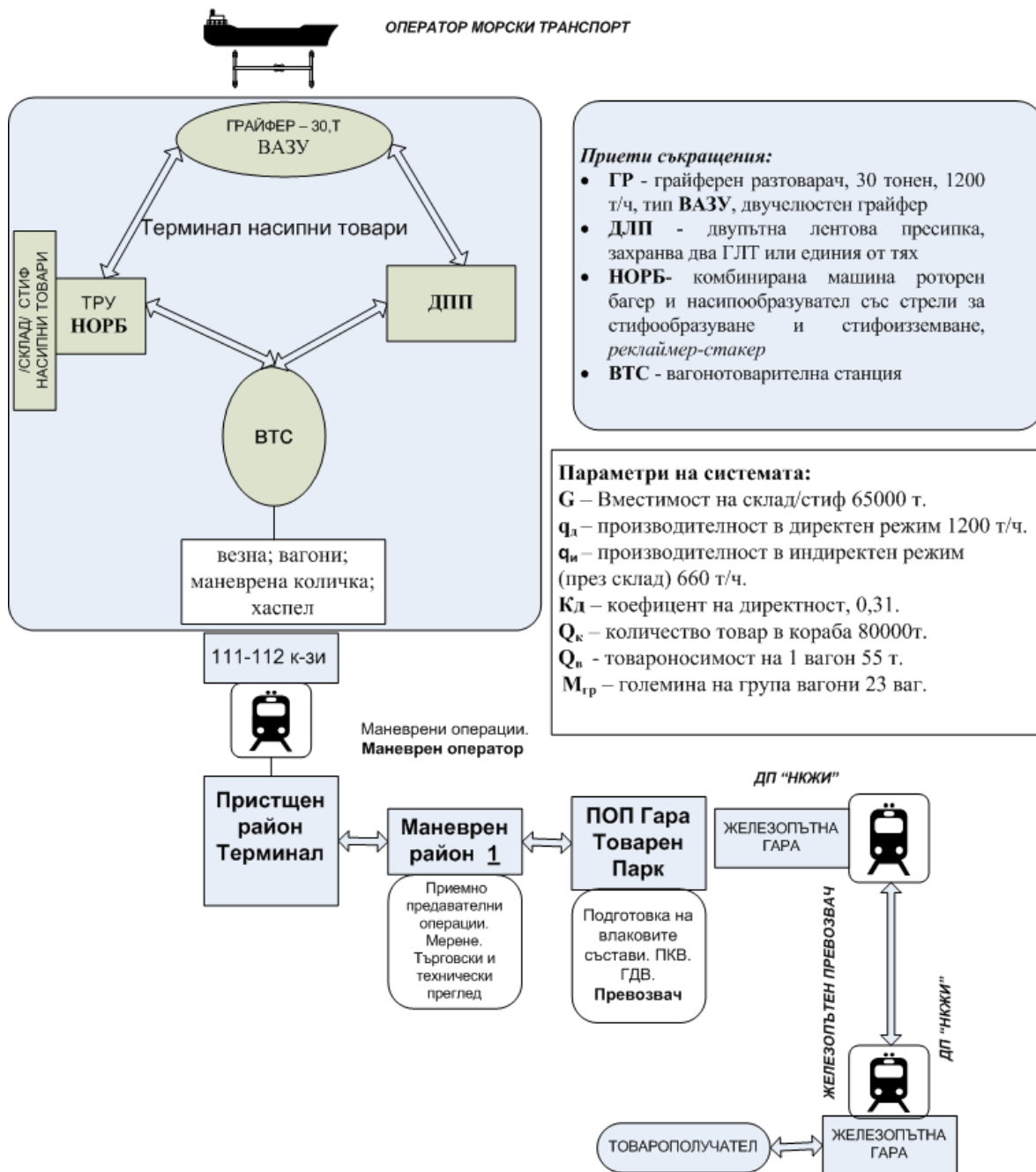
3./УСТАНОВЯВАНЕ НА ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ И ВРЪЗКИ ПРИ ОБСЛУЖВАНЕ НА ТОВАРОПОТОКА

Директно претоварване се извършва, когато в пункта на взаимодействие се намират транспортни средства както от подвозващия, така и от извозващия вид транспорт. Един от начините Кд да се увеличи е да се съгласува оперативно постъпването на подвижния състав. Тази мярка има ограничени възможности и има смисъл да се прилага само в случаите на приблизително равенство на q_d и q_n .

Другия начин е да се изчакват транспортните средства. Това води до допълнителни престои и загуби и не се препоръчва. Нещо повече, в случаите когато q_d е съществено по-голямо от q_n може да се премине към изцяло индиректен вариант. Например – корабът да се разтоварва в бункери, от където вагоните се товарят много бързо.

За да се определи целесъобразността от изкуствено увеличаване или намаляване на K_d трябва да се съпоставят съответните ползи и загуби. Решенията зависят от много фактори,

СХЕМА НА ВЗАИМОДЕЙСТВАЩИТЕ ПРОЦЕСИ



фактори, поради което не е възможно да се даде кратка обобщена методика. Внимателния анализ показва, че увеличаването на K_d може да има отрицателен ефект, който да доведе до увеличаване на разходите свързани с престоя на транспортните

средства. Причина за това са различните условия за извършване на директната и индиректна обработка. Работата на цялата система по обслужване на товаропотока и заетостта на претоварните устройства зависи от K_d . Лесно може да се докаже, че резултатната средна производителност q се определя по:

$$(1) \quad q = \left[\frac{K_d}{q_d} + \frac{(1-K_d)}{q_n} \right]^{-1}, \quad [T/Ч]$$

Тогава средното време за обработване на транспортните средства също ще зависи от K_d .

$$(2) \quad t_{об} = \frac{Q}{q} = Q \left[\frac{K_d}{q_d} + \frac{(1-K_d)}{q_n} \right], \quad [Ч]$$

Основните зависимости на процеса свързани с определяне на вероятността системата да е в директен- P_d / индиректен- P_n режим на работа, времето за работа на различните ТРУ - $t_{об}$ и необходимата вместимост на склада/стифа/ G са подробно описани и изведени в [8],[1] Глави 13,14,.

В нашия случай разглеждаме системата при хипотеза на спорадичен (еднократен) товаропоток Q с обем по голям от вместимостта на склада G и ограничения при организацията на отвозващия транспорт (ограничен подвижен състав (брой вагони), заетост на коловози /маневрени устройства смущаващи дейността на маневрени оператор - враждебност на маршрути и др.). При варианти на регулярен поток за дълъг период от време, параметрите на процеса могат да бъдат определени достатъчно надеждно като система за масово обслужване /СМО/ изследвайки законите за разпределение на случайните величини на входа – морски транспорт и изхода – железопътен транспорт [8], [11].

4./ТЕХНОЛОГИЧНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ОТВОЗВАЩИЯ ТРАНСПОРТ. РЕЗУЛТАТИ.

Разглеждания **Терминал** - за насипни товари е предназначен е за кораби с дедеуейт до 120 000 тона, максимална дължина до 270 м и максимално газене до 15,5 м. На него могат да се обработват различни суровини като въглища, руди, коцентрати, пелети и др. не опасни товари. Оборудването за обработка на товаропотоците и обслужване на транспортните средства са с висока преработварелна способност, а складовите пространства за стифиране от 65000 до 120000 т. в зависимост от вида товар. Отвозващия транспорт е железопътен, като в границите на терминала и пристанището се обслужва от *маневрен железопътен оператор* който от своя страна синхронизира дейността си с *железопътен превозвач* (обслужващ товарополучателя) и *ДП „НКЖИ”*. Технологията на работа в пристанищния комплекс изисква анализ на фазите през които преминава вагонопотока и определяне на технологичните параметри за конкретния процес – нормиране на операциите с вагоните, денонощен график за работа на маневрата, възможни ограничения и враждебни маршрути, големина на групата вагони/маневрен състав/ и др. [9], [10], [11].

Числови параметри при оптимизиране технологията на работа, техническата съоръженост и време за заемане на съоръжения от всички участници в процеса:

- I. Влаковите състави на **железопътния превозвач** са с брутна маса за конкретния маршрут 1300т.; състав от **23 ваг.** – нетна товароносимост на 1 ваг. - 55т.; локомотив – 43-серия и максимум **4 чифта** за денонощие по ГДВ и ПКВ в обслужващата гара.
- II. **Морски гаранспорт.** Според данните от TIME SHEET на кораб „X” с 79839т. товар-въглища (при оразмеряване на процеса са приети 80000т.) застава на 32 к.м. на 19.08. в 21.30 ч. и започва разтоварване в 22.10 ч. Завършва

разтоварването на 25.08. в 05.10 ч. и заминава на 27.08. в 09.20 ч. Време под ТРО – 131ч.

III. **Маневрен железопътен оператор** обслужва влаковия състав като маневрен състав в пристанищния комплекс от ПОП на жп. гара – Маневрен район 1 – Пристанищен район Терминал – до ВТС 111-112 к-зи, както и всички допълнителни операции с вагоните. Коловозното развитие и полезната дължина на коловози, съоръжения, кантар, оборудване дават възможност групата вагони за натоварване да е $m_{гр} = 23$ ваг.

IV. **Операции с вагоните в пристанищен комплекс.** Задължително меренето и попълването на товарителниците се съчетава с уравниване на товара за равномерното му разполагане и използване на допустимото осно натоварване. Групите празни вагони подавани чрез набутване в Терминала са максимум 26 броя, като при проблеми с маневрения локомотив или при работа с двама стрелочници в маневрената бригада се зареждат до 13 броя. **Нормиране операциите на маневрената работа:**

1. Прикачване към състав от празни вагони в ПОП, подготовка на маршрут и издърпване към подходните коловози : 15 мин.
2. Набутване на подходен коловоз : 5 мин.
3. Изчакване поради враждебен маршрут : 0 – 30 мин.
4. Набутване към Терминал по проходни коловози и преминаване на два или на три неохраняеми прелеза, установяване на коловоз за 111;112 (вагоните се установяват пред ВТС) :
= една група на единия кз : 25 мин.;
= по една група на двата кза : 33 мин.
5. Издърпване на състав от пълни вагони от района на Терминал – времената са идентични с тези при набутване /по-тежки вагони, но улеснен маршрут – локомотивът е начело/. *Времената са взети чрез хронометрични наблюдения.*

Общо време по подаване и изваждане на групата вагони при писимистичен сценарий на работа (враждебни маршрути и допълнителни смущения от технологично естество) – **160 мин.** Вагоните предназначени за натоварване се подават при осигурена спирачна маса и скорост до 5 км/ч. Подадените вагони се зачисляват с предавателна ведомост ДП – 14, като вагоните за натоварване трябва да бъдат одобрени от ревизор-вагони /годни за насипни товари/. Общо време за приемно-предавателни операции (предаване от превозвач 30 мин. и приемане 30 мин.) – **60 мин.** Общо време за обслужване на маневрения състав (23ваг.) от ПОП- железопътна гара до подаването му отново в ПОП и предаване на превозвача – **290 мин.** при директна обработка на товара и **335 мин.** при индиректна обработка (през стиф) в терминала.

V. Определяне време на заетост на ТРУ за целия процес при директен/индиректен режим - време за натоварване на 1 вагон в директен режим през ВТС – **3 мин.(70мин.** за състав) и индиректен режим през ВТС от стиф – **5 мин.(115мин.** за състав) по технологична карта. Чисто време за разтоварване на товар от кораб (без допълнителни операции и прести) $t_{обк}$ – **67ч.** работа на грайферен разтоварач.

VI. Необходима складова площ за осигуряване обработката на транспортните средства без задържане – стиф за 39520т. при K_d – коефициент на директност, 0,51. Степента на директност се лимитира от отвозващия транспорт, като оптималния брой състави за денонощие при обслужване на терминала е **4** по **1265т.** нетна вместимост **-5060т.** средно дневно. Условието за директен режим е

наличието в терминала на подвозващ и отвозващ транспорт от където следва, че в процеса на разтоварване на кораба за **8 дни** възможния директния товаропоток ще е **40480т.**; при **5 дни** – **25300т.** с **Кд = 0,31** и необходим стиф за **54700т.**, при налична вместимост от **65000т.** по условие.

ПАРАМЕТРИ НА ОПТИМАЛНИЯ ВАРИАНТ:

1./ Графиците за подаване на празни вагони за натоварване да са през **6ч.** на 4 ман. състава - от 09.00 ч. до 10.00 ч. ; от 15.00 ч. до 16.00 ч. ; от 21.00 ч. до 22.00 ч. ;от 03.00 ч. до 04.00 ч. (по договор м/у превозвач – пристанище).

2./ Необходима максимална вместимост на склада - **54700т.** с **Кд = 0,31** и престой на кораба под ТРО - **5 дни.**

3./ Време за доставка на товара от железопътен превозвач – **16 дни.**

4./ Заявени чифтове влакове в **ГДВ – 4бр.** в горепосочените часови хоризонти за гарата на взаимодействие.

Препоръчителния (оптимален) вариант включва и резерв от време при евентуални неравномерности характерни за транспортния процес в железопътната мрежа и формирането на влаковите състави.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Качаунов Т., Борисов А. „Взаимодействие между видовете транспорт” София, ВТУ „Т.Каблешков” 2009.

[2] Mutafchieva-Bakalova, V.,Increasing the competitiveness of maritime ports in Bulgaria „Scientific journal "Economics and Finance", Collection of scientific articles "Economics and management: challenges and perspectives", vol. 2, East West Association for advanced studies and higher educations, 2015, pages 29-33.

[3] Борисов А. „Усъвършенстване взаимодействието на магистралния с промишления железопътен транспорт”, дисертационен труд ВТУ „Т.Каблешков” 2014.

[4] 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.

[5] Мутафчиева-Бакалова, В., Т. Минков, Тенденции в развитието на морския транспорт в България, XXII международна конференция "Транспорт 2015", ВТУ "Тодор Каблешков“, списание „Механика, транспорт, комуникации“, том 13, бр. 3/1,статия № 1166, стр. III 10-15.

[6] Варадинова Ю., «Конкурентные позиции портов Балканского региона при импорте и экспорте для Болгарии», ЕКУЗТ, IX Міжнародна науково-практична конференция "Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті - ЕКУЗТ 2014",<http://www.ekuzt.gov.ua/node/148>, 2014г.

[7] Нормативни документи на международни и български организации в областта на транспорта и превозите (FIATA, IRU, UIC, IMO, БДЖ, НСБС, НК „ЖИ”, ИА ЖА и др.).

[8] Качаунов Т.Т. „Моделиране и оптимизация на транспортните процеси” София, ВТУ „Т.Каблешков” 2005.

[9] www.era.eu; www.rail-infra.bg; www.iaja.government.bg.

[10] Lambert D. Stock J. and Ellram L. – “Fundamentals of logistics management” International edition ; McGrawhill 1998

[11] Карагъзов, К., Размов, Т., Варадинова-Милкова, Ю.. Използване на интегралния подход при оптимизирането на структурата и елементите на логистичните вериги и при управление на логистичните системи, Студия 2012. София, ВТУ „Т.Каблешков”.

OPTIMIZING THE TECHNOLOGY OF THE WORK AND THE TECHNICAL FACILITY OF THE INTERACTING SYSTEMS IN SPECIALIZED TERMINALS

Andrey Borisov, Teodor Berov
androbor@abv.bg , tberov@vtu.bg

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

Key words: *management, transportation, logistics, technology, optimization.*

Abstract: *The development of logistics chains at local, regional and international levels requires the construction and operation of specialized terminals for specific material flows in order to increase the competitiveness of the transport operators. The presence of an active competitive environment and high quality criteria for shippers service requires constant analysis, optimization and planning of transport operations at the interfaces between the different modes of transport. Their position on the transport service market is directly dependent on the proper sizing of the resource (means of transport, equipment, people, energy costs) and service time. The solution to the problem is to select a criterion for optimality, analysis and determination of basic technical and technological parameters affecting the providing and transport in the terminals. The organization of work in interoperable systems requires the development of a single technological process that takes into account the complex activity of all operators and imposes a uniform operating regime in the terminal.*