



---

## **АНАЛИЗ НА ТЕХНОЛОГИЯТА НА РАБОТА И ТЕХНИЧЕСКАТА СЪОРЪЖЕНОСТ НА ФЕРИБОТЕН КОМПЛЕКС ВАРНА И ИЗБОР НА МЕТОД ЗА МОДЕЛИРАНЕТО Й**

**Михаил Рангелов, Мирена Тодорова**

[mrangelov@vtu.bg](mailto:mrangelov@vtu.bg), [mtodorova@vtu.bg](mailto:mtodorova@vtu.bg)

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“  
ул. „Гео Милев“ 158, 1574, София  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** Фериботен комплекс, математическо моделиране, система за масово обслужване*

***Резюме:** Интермодалните терминали, какъвто се явява Фериботен комплекс - Варна са от съществено значение за транспортната инфраструктура на морските и сухоземни пътища, особено в транспортни възли като Варна, където те осигуряват връзка между различни потребители на транспортната услуга. Изследванията ни се фокусират върху оптимизацията на технологичните процеси включващи обработка на товарните вагонопотоци, обработка на документите и проверка на товарите като гранична гара, смяна на талиги и организацията на работа на маневрените устройства. Чрез математическо моделиране на сценариите за обслужване и използване на алгоритми за оптимизация се цели да се подобри ефективността на операциите във Фериботния комплекс във Варна. Направен е анализ на възможните методи за моделиране на технологичния процес. Работата на гарата и техническата ѝ съоръженост се представя като система за масово обслужване. Разработена и е представена структурна схема на гарата състояща се от подсистеми на СМО.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Стратегическото географско положение на България предоставя изключителна възможност за превръщането ѝ в свързваща транспортна връзка между Европа, Близкия Изток и Азия. Широкият излаз на Черно море чрез пристанищата Варна и Бургас позволява превози към всички черноморски и морски страни. Чрез коридорът ТРАСЕСА и фериботните връзки между страните в Черно море се заобикаля Босфора. Транспортните маршрути, които преминават през територии, богати на суровини и енергийни ресурси, както и нефтените и газови находища в Азейберджан, Казахстан и Туркменистан, допринасят за транзитното превозване на петролни продукти през направленията на ТРАСЕСА. Пред България се откриват нови възможности за присъединяването ѝ в икономическия проект на Китай „Един пояс, един път“. Тази инициатива е предпоставка страната ни да развива фериботните си линии, свързващи я с Русия, Украйна и Грузия. За осигуряване на нарастващите потребности за осигуряване на големи обеми от превози ще изследваме технологията на работа във Фериботен

комплекс Варна и възможностите за моделиране на дейността ѝ с цел оптимизиране на технологията на работа и техническата ѝ съоръженост.

## ТЕХНОЛОГИЯ НА РАБОТА ПРИ ПРИЕМАНЕ И ИЗПРАЩАНЕ НА ВЛАК В ФЕРИБОТЕН КОМПЛЕКС ВАРНА

Уникалното във Фериботен комплекс Варна е наличието на железопътна мрежа на различно междурелсие. Половината коловозно развитие е на междурелсие 1435 мм, а другата половина е на 1520 мм, което определя и наличието на цех за смяна на талигите на товарни вагони, специализиран за общи и опасни товари. Разположението на коловозните групи е дадено на Фиг.1 и на нормално междурелсие за България са приемния и разпределителен парк, предфериботния парк е на широко междурелсие и цеха за смяна на талигите е за двата вида междурелсие.



Фиг.1. Принципна схема на Варна Фериботна

Постъпващите товарни вагони в гарата пристигат от направления Синдел и Разделна. След пристигането на влаковете за износ те подлежат на следните операции:

- Обработка в приемно-отправен парк на влаковата композиция. Дежурният ръководител второ лице приема влаковата композиция на свободен коловоз. Влакът се подлага на търговски и технически преглед. Търговският преглед се извършва от търговски ръководител или от вагоноописвач. Документите на влака се предават на търговските ръководители в предфериботния парк (т.нар. конвейер). Техническият преглед се извършва от ревизор-вагони, при установяване на проблем при някой вагон, той се вади от композицията на отделен коловоз. След като се разкачи влаковият локомотив и се извърши техническият и търговски преглед се съставя план за маневра. Разкачат се вагон-водачите и се преместват на 7-ми приемно отправен коловоз. Съставът се подготвя за разкомпозиране, като целта на разкомпозирането е да се направят групи от вагони, които да се подават в цеха за смяна на талигите.

- Разпределителен парк. В следствие на разкомпозирането на разпределителните коловози са постъпили групи от по 6 вагона при превоз на общи товари или по 3 вагона при превоз на опасни товари. Съгласно плана за маневра вагоните се набутват в зависимост от предназначението им - в цеха за смяна на талиги или в коловоза за смяна на талиги на вагони с опасни товари.

- Цех за смяна на талиги. В цеха за смяна на талигите вагоните се повдигат със специални крикове, талигите се изтеглят с лебедки от коловоза в талижния парк. От другата страна на цеха за талиги отново с лебедки са подредени талиги за междурелсие 1520, като те са надписани с номер на съответния вагон. Вагонно-кранов техник следи по номера на талигите те да бъдат поставени под съответния подвижен състав. С лебедка тези талиги се подреждат по позициите. След това вагоните се спускат и талигите се монтират на вагоните.

- Предфериботен парк. След завършването на обработката им в ЦСТ вагоните със сменени талиги се подават към маневрата в предфериботния парк. Там те се подреждат по коловози според карго плана, който е изготвен от старши помощник-капитана на фериботния кораб. При пристигане на кораба, маневрите в ПФП набутват подредените вагони, като първо се набутват на долна и горна палуба, а след това на средна палуба (при трипалубен фериботен кораб). Съответно се подават едновременно на коловози А и Е, а след това на коловози В и D. Последни се зареждат вагоните на коловоз С. Документите в предфериботния парк се дават на така наречения конвейер, където са търговските ръководители. Един търговски ръководител носи документите в митница за митническа обработка. След това документите се връщат в конвейера.



**Фиг. 2. Схема на коловозното развитие на преходен мост и палуба на фериботен кораб**

Технология при приемане на кораб с вагони. Съответно при обратния процес – приемане на фериботен кораб за разтоварване технологията е почти същата, но в обратен ред. При разтоварване на кораба първата работа при него е да се качи входящата контрола. Тя се състои от митничар, граничен полицаи и фитосанитарен контрол при нужда. Документите се предават на конвейера, където също пак един технически ръководител ги носи за митническа проверка, като това може да го върши както търговски ръководител, така и спедитора на товара. Документите се предават в приемно-отправния парк, където търговски ръководител и ревизор вагони правят технически и търговски контрол на заминаващия влак. След като композицията е композирана, подготвени са влаковите документи, сигнализиране за край на влака и се прави пълна проба, съставяне на ВП-11 и той заминава.

- Маневрена дейност. В зависимост от междурелсието гарата се обслужва от дизелови локомотиви за съответното междурелсие. Маневрените локомотиви за нормално междурелсие извършват разкомпозирането и композирането на маневреното устройство (полугърбица), подаване и изваждане на повредени и ремонтирани вагони и подаване и изваждане на вагоните в цеха за смяна на талигите. Маневрените локомотиви за широко междурелсие извършват разтоварването и натоварването на вагоните, натоварване и разтоварване на корабите, подаване и изваждане на вагони от предфериботния парк до коловозите свързани с подвижния мост на кея на комплекса и подаване и изваждане на вагоните в цеха за смяна на талигите.

### **Начини и методи за оптимизирането на технологията на работа в железопътна фериботна гара**

Оптимизирането на технологията на работа в железопътна фериботна гара включва различни методи и подходи, насочени към подобряване на ефективността, скоростта и безопасността на операциите. Ето някои от основните методи:

#### **Математическо моделиране и симулации**

Тук се включват алгоритми за оптимизация: Използване на линейно

програмиране, цели функции, евристични и метаевристични алгоритми за решаване на задачи, свързани с планиране и разпределение на ресурси.

Друг вариант е имитиращото моделиране: Симулации на различни сценарии за оценка на въздействието от промените в операциите, включително пристигането и заминаването на влакове, смяна на талиги, маневри и др.

Плюсовете на математическото моделиране са оптимизация на процесите, предсказване на въздействието на промените в технологията, подобряване на капацитета и ефективността чрез по-доброто разпределение на ресурсите. Оптимизацията чрез математически модели намалява разходите и времето за извършване на операциите.

Негативните страни на математическото моделиране на първо място са свързани със сложността и необходимите ресурси за изграждане на модела. Освен това моделите имат ограничения, базирани на предположения и симплификации, които не винаги отразяват реалните условия. Това може да доведе до неточности при прилагането на моделите на практика. Трябва да се има предвид и динамичната среда с променящи се условия, които трудно могат да бъдат предсказуеми и включени в моделите.

### **Информационни и комуникационни технологии (ICT)**

В ICT се включват системи за управление на транспорта (TMS), използване на софтуер за управление на движението на влакове, разпределение на вагони и координация на маневрите. Включват се и системите за автоматизация - системи за обработка на документи, товарене и разтоварване, проверка на товари и други операции.

### **Оптимизация на процесите**

Тук се включват процесните иновации, въвеждане на нови технологии и практики за подобряване на съществуващите процеси, като използването на роботи за товарене и разтоварване, нови системи за подаване и смяна на талиги и др.

### **Инфраструктурни подобрения**

Основният акцент е насочен към модернизация на съоръженията и подобряване на физическата инфраструктура, като релсови пътища, подвижен състав, системи за сигурност и други съоръжения.

Необходими са инвестиции в нови технологии: Внедряване на нови технологии, като автоматизирани системи за смяна на талиги, нови видове подвижен състав с телескопични оси за смяна на междурелсието и други технологични нововъведения.

### **Мониторинг и контрол**

Използване на системи за мониторинг и анализ на данни в реално време за следене на работата на гарата и идентифициране на проблемни зони. Необходимо е въвеждане на показатели за изпълнение (KPIs): Определяне и следене на ключови показатели за изпълнение, като време за обработка на влакове, скорост на товарене и разтоварване, и други.

Чрез комбиниране на тези методи и подходи, железопътната фериботна гара може значително да подобри своята ефективност и капацитет, осигурявайки по-добро обслужване и по-висока конкурентоспособност.

## **АНАЛИЗ НА ФЕРИБОТНИЯТ КОМПЛЕКС КАТО СИСТЕМА ЗА МАСОВО ОБСЛУЖВАНЕ**

Фериботният комплекс може да бъде разглеждан като система за масово обслужване поради няколко ключови характеристики, които са типични за такива системи.

Системата за масово обслужване е система, която предоставя услуги на голям брой клиенти или обекти в рамките на определен времеви период. Това включва процеси като приемане, обработка и транспортиране на товари. Фериботният комплекс отговаря на тези критерии, като обслужва железопътни вагони и товарни превози, свързани с пристанищните операции.

Фериботният комплекс във Варна включва множество компоненти, които работят заедно като подсистеми, за да осигурят ефективно обслужване на товарите и транспортните средства.

Системата е проектирана да обработва голям обем товари и да осигурява трансфер между различни видове транспортни средства.

Фериботният комплекс разполага с обширна инфраструктура, включваща множество коловози с различни междурелсия, подземно-преходни мостове и пристанищни съоръжения. Това позволява едновременно обслужване на множество клиенти и транспортни средства, което е характерно за системите за масово обслужване.

Управлението на комплекса включва координирани усилия между различни отдели и служби, включително гарови диспечери, дежурни ръководители по движението и маневрени бригади. Планирането на маневрите и графициите е от съществено значение за поддържане на ефективност и минимизиране на времето за престой.

Фериботният комплекс обслужва международни транспортни линии, включително Варна – Черноморск – Поти – Батуми. Този широк географски обхват и големият обем на обслужваните товари подчертават ролята на комплекса като система за масово обслужване.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Фериботният комплекс във Варна може да бъде разглеждан като система за масово обслужване поради своите комплексни операции, голям обем на обслужваните клиенти и товари, и сложна инфраструктура, която осигурява ефективно и координирано обслужване. Управлението и планирането на процесите в комплекса гарантират, че той може да се справи с високите изисквания и натоварвания, характерни за системите за масово обслужване.

Успешното реализиране на математически модел би подобрило технологията на работа на комплекса и би намерило тесните места при обслужване на повишен товаропоток и би предложило решения за подобряване на пропускателната способност.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Тодорова, М. Технологично проектиране на пътнически железопътен комплекс, монография, 2020
- [2] Рангелов, М, М. Тодорова, С. Ананиев. Изследване на товаропотоците, преминали през Фериботен Комплекс – Варна за периода 2017-2022 г., Научно списание 'Механика Транспорт Комуникации' : 3 / 2023
- [3] Качаунов, Т., Моделиране и оптимизация на транспортните потоци, издателство ВТУ “Т. Каблешков”, 2005.
- [4] Борисов, А. Оптимизиране на транспортните процеси в логистична верига при обслужване на товаропотоците в местен регионален и национален обхват, Научно списание „Механика, транспорт, комуникации“ 1/2016

# ANALYSIS OF WORK TECHNOLOGY AND TECHNICAL FACILITY OF VARNA FERRY COMPLEX AND CHOICE OF METHOD FOR ITS MODELING

Mikhail Rangelov, Mirena Todorova  
[mrangelov@vtu.bg](mailto:mrangelov@vtu.bg), [mtodorova@vtu.bg](mailto:mtodorova@vtu.bg)

*Todor Kableskov University of Transport  
158 Geo Milev Str., Sofia,  
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

**Key words:** *Ferry complex, mathematical modeling, mass service system*

**Abstract:** *Intermodal terminals, such as the Varna Ferry Complex, are crucial for the transport infrastructure of both sea and land routes, especially in transport hubs like Varna, where they provide a link between different users of the transport service. Our research focuses on optimizing technological processes, including handling freight wagon flows, document processing, and cargo inspection as a border station, bogie changing, and organizing the operation of shunting devices. By mathematically modeling service scenarios and using optimization algorithms, we aim to improve the efficiency of operations at the Varna Ferry Complex. An analysis of possible methods for modeling the technological process has been conducted. The operation of the station and its technical equipment is presented as a mass service system. A structural diagram of the station, consisting of subsystems of the mass service system, has been developed and presented. The specificity of the Ferry complex - Varna - the presence of a railway network with different track gauges (1435 mm and 1520 mm), which necessitates specialized operations for changing bogies, cargo handling and efficient organization of shunting activities, is reported.*