

ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ISSN-2616-7360

**РОЗВИТОК
ТРАНСПОРТУ**

**Р
Т**

**РАЗВИТИЕ
ТРАНСПОРТА**

**TRANSPORT
DEVELOPMENT**

**№ 2(3)
2018**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ

Науковий журнал

ВИПУСК 2 (3)

Заснований у жовтні 2016 року

Одеса – 2018

ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (3)
2018

Заснований у жовтні 2016 року

Виходить 4 рази на рік

Свідоцтво Міністерства юстиції України
про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 22494-12394 ПР від 04.10.2016 р.

Засновник і видавець:
виз «Одеський національний морський університет»
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34

Редакційна колегія:

д-р техн. наук, проф. *С.В. Руденко* – головн. редактор
д-р техн. наук, проф. *А.І. Рибак* – заст. головн. редактора
А.В. Бондар – відповід. секретар

Міжнародні члени редколегії:

Семенов Ю.І. – д-р техн. наук, проф.,
зав.каф. у технічному університеті Померанії, Щецин, Польща
Бабасв І.А. (Азербайджан) – д-р техн. наук, проф.,
президент Азербайджанської асоціації управління проектами, Азербайджан

д-р фіз.-мат. наук, проф.	<i>Андронов І.Л.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Махуренко Г.С.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Варбанець Р.А.</i>	канд.економ.наук, доцент	<i>Михайлова Ю.В.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Дубровський М.П.</i>	канд.техн.наук, доцент	<i>Немчук О.О.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Єзупов К.В.</i>	канд.техн.наук, доцент	<i>Пітерська В.М.</i>
д-р економ. наук, проф.	<i>Жихарєва В.В.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Постан М.Я.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Загребнюк В.І.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Рогачко С.І.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Кириллова О.В.</i>	канд.економ.наук, доцент	<i>Сильванська Г.М.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Конопльов А.В.</i>	канд.техн.наук, доцент	<i>Хотін С.Ю.</i>
д-р економ. наук, проф.	<i>Ланкіна І.О.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Шибасв О.Г.</i>

Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеського національного морського університету
(протокол № 3 від 31 жовтня 2018 р.)

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв,
назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей.

Висловлені у цих статтях думки можуть не збігатися
з точкою зору редакційної колегії, не покладають на неї ніяких зобов'язань.
Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції.

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ

Yasynetska Y., Onishchenko S.	
Influence of international investors the state of main Ukrainian ports	5
Поддубная Н.Н.	
Модель системы сбалансированных показателей проектно-ориентированной судоходной компании	16
Steba A.A., Mikhailova Yu.V.	
Impact of the factors of the regional market marine passenger transportation on the activity of the shipping company	24
Тихонін В.І.	
Комплекс імітаційних динамічних моделей оптимізації параметрів технологічних перевантажувальних комплексів порту	32
Щербина О.В.	
Аналитический обзор понятийного аппарата в баржебуксирных перевозках	47
Судник Н.В.	
Обеспечение эффективного менеджмента арендованных судов	55
Мурад'ян А.О., Русанова С.С.	
Оптимізація узгодженого управління процесом перевалки вантажів у транспортних вузлах в умовах ризику	62
Азарова І.Б.	
Комплексна оцінка Одеського морського торговельного порту на базі концепції сталого розвитку	75

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Варбанець Р.А., Белоусов С.В., Єриганов О.В., Маулевич В.О., Александровська Н.І., Крижановська І.П.	
Застосування методу оптимізації в задачах аналізу робочого процесу суднових дизелів	90
Стальниченко О.И., Сабуров А.И., Опарин А.В.	
Исследование способов и материалов для восстановления пальцев ковшовой цепи землечерпалок	104
Кибакон А.Г., Хомяк Ю.М.	
Однообразцовый метод оценивания сопротивления усталости деталей	111
Конопльєв А.В., Зелинский В.Ф., Дюкре Л.Г., Перпери А.А.	
Построение аксонометрических проекций врубок строительных конструкций в системе AutoCAD	121
Зинченко С.Г., Хвостович В.Г.	
Совершенствование методологии организации ремонтов объектов транспортно-технологической системы морского порта	127

ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО

Слободяник А.В.	
Анализ современных методов реконструкции причалов	140
Рогачко С.И.	
Защита берегов лиманов, заливов и озер от разрушений	149

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Онищенко С.П.	
Оптимизация распределения ресурсов в процессе развития корпоративных структур	159
Ranchenko T.D., Chelabchi V.V., Chelabchi V.N.	
Identification of flow models in capillary-porous and granular mediums	169
Тузова І.А., Челабчі В.В., Челабчі В.М.	
Імітаційні технології в дистанційному навчанні	182
Григоренко С.Н., Лысь Д.А.	
Усовершенствование методов стегоанализа для определения стеговложений в аудиофайлах	192
Гловацька С.М.	
Значення стратегічної ініціативи «Один пояс, один шлях» для України	202

**INFLUENCE OF INTERNATIONAL INVESTORS
THE STATE OF MAIN UKRAINIAN PORTS**

Yasynetska Y.

4th year student in the direction «Transport Technologies»
Educational and Scientific Institute of Maritime Business

Onishchenko S.

Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department «Fleet Operation
and technology of sea transportation»

Odessa National Maritime University

Abstract. *This study analyzes the situation with investors that will be port operators in three Ukrainian ports and tries to forecast in what direction their relation will develop, how and why they will change, which influence it will be when these investors enter the market. In all cases I analyzed the strategy and these companies generally (with help of SWOT-analysis of each company), thought that's good decision to do their business in Ukraine or not, they have enough demand or many competitors. Also, I consider situation in Ukraine with law, reforms and economic.*

Odessa is bigger city compared to Chernomorsk and Yuzhny, and it is a region center, so it has more benefits in logistics like better situation with railways and car roads, but other two ports have their benefits, too. Chernomorsk has more investors, because of many free space, and Yuzhny can accept deeper deadweight. Each port can be hub. It's very important to future economics of Ukraine and it can even be one of the best chances to finish economic crisis in our country.

Keywords: *port terminal, Ukrainian market, cooperation, infrastructure, investment, competition, hub.*

**ВПЛИВ МІЖНАРОДНИХ ІНВЕТОРІВ
НА СТАН ОСНОВНИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ**

Я.В. Ясинєцька

студентка 4 курсу напрямку «Транспортні технології»
Навчально-наукового інституту морського бізнесу

С.П. Онищенко

д.е.н., професор, професор кафедри «Експлуатація флоту
і технологія морських перевезень»

Одеський національний морський університет

Анотація. Дана робота вивчає ситуацію з іноземними портовими операторами в трьох українських портах і прогнозує подальший розвиток відносин між ними, а також характеризує ступінь їх впливу на український ринок портових послуг. За допомогою SWOT аналізуються стратегії, загрози і можливості даних портових операторів з урахуванням існуючої нормативно-правової бази, реформи і економічної ситуації в Україні, а також враховуються особливості інфраструктури розглянутих міст, до яких відносяться аналізований порти.

Ключові слова: портовий термінал, Український ринок, кооперація, інфраструктура, інвестиції, конкуренція, хаб.

ВЛИЯНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНВЕТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПОРТОВ УКРАИНЫ

Я.В. Яснецкая

студентка 4 курса направления «Транспортные технологии»
Учебно-научного института морского бизнеса

С.П. Онищенко

д.э.н, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация флота
и технология морских перевозок»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. Данная работа изучает ситуацию с иностранными портовыми операторами в трех украинских портах и прогнозирует дальнейшее развитие отношений между ними, а также характеризует степень их влияния на украинский рынок портовых услуг. Посредством SWOT анализируются стратегии, угрозы и возможности данных портовых операторов с учетом существующей нормативно-правовой базы, реформы и экономической ситуации в Украине, а также учитываются особенности инфраструктуры рассматриваемых городов, к которым относятся анализируемый порты.

Ключевые слова: портовый терминал, Украинский рынок, кооперация, инфраструктура, инвестиции, конкуренция, хаб.

Introduction. The economic fall in Ukraine which began in 2013, didn't make people living in this country optimistic as to the country is progress. But despite of this situation, our country can attract potential investors in shipping business by our advantageous position and big supply of grain, iron ore and other types of cargo [7]. Anyway, we have problems like the absence of regulation about inland waters [1]. Our government provides many reforms (related with port and shipping, too [1]), so the situation changes almost every day and you need to have many patience to do business in Ukraine.

In Figure 1. you can see that all these three ports are situated near each other. Odessa Port (in the middle) is the oldest port, Yuzhny (at the top) has the deepest water and Chernomorsk (below Odessa) has the biggest quantity of free space. All time these ports have neutral relationships. Now the situation can completely change in both ways (competition or cooperation).



Fig. 1. Map of Odessa region

Literature review. Igor Hoshovskyy [1] in his report «Top 5 trade in Ukrainian shipping» explains general points and changes in Ukrainian law about ports and inland waters. First, he talks about situation with port administration and concession: he notices future investors may have some problems because of not enough stable position due to many reforms that our government is trying to provide all together. After that, he makes a review of the situation that happened with some big companies such as «Risoyl», TIS and Delta-Wilmar. He concludes his review by the sentence that many potential investors might think Ukraine isn't a good place for investment.

Konstantin Ilnitsky [2] wrote an article «Grain terminals in Ports: who, where, what builds». The main points of his work are forecasts and analyses of future demand in grain loading-discharging equipment and grain throughput. But he said nothing about the problem with railway facilities: throughput of

many ports could achieve 120 million tons by 2020, but analytics are not sure railway stations can serve at least 50-60 million tons [1].

Catherine Hrebenyk [3] in her article «Hutchison Ports: who created the biggest port operator in the world» was talking about one of investors that want to build its terminal in the port Chernomorsk. This company works with containers. Alexander Denisenko [4] also was talking about one of investors that is DP World. This company works with containers, too. The journal «Economic truth» [5] announced Chinese company Sinohydro wants to invest in the port Chernomorsk and analyzed the problems, why they can't begin their work right now. Moreover, I want to discuss the situation with Cargill that's discussed in another Catherine Hrebenyk's article [6]. Finally, to better analyze the situation I took some data from the article «Cargo trade of Ukrainian port in 2015: general trade» [7].

However, I can't totally agree with Igor Hoshovskyy, because the situation with the companies didn't influence the economic stability of the country and some people can explain that as a way to compete. Anyway, it was fixed by our government and his opinion is too critical. Also, he was talking about grain terminals, but, as for me, Konstantin Ilitsky better highlights this issue in his article.

Results

Cargill's case

In the middle of 1990s this American company started to do its business in Ukraine in Donbass area. In 2000 when its plant began to work, they said that was the best decision and the best project in CIS. From that moment Cargill became leader on the grain and sunflower oil market. Not all their beginnings were successful, they failed with their strategy, recycling, transshipment and even financial sector.

First their problem was they didn't account for Ukrainian export (in the end of the 1990s it decreased a lot), but they solved these problems by building the plant that processed grain and sunflower. Unfortunately, this plant doesn't work now because of the situation in the east part of Ukraine. Next, as their main strategy there was built a plan in selection and seed production (in cultivation of hybrid seed culture and exchange of experience with ex-soviet scientists more exactly). Anyway, this strategy failed because American scientists didn't take into account all aspects of Ukrainian climate and, furthermore, Cargill had different views with their potential collaborator [6].

By 2005 they had their office in Kiev (capital of Ukraine) and did business in such sectors as vending grain, oils, seeds of oil culture etc. Many Ukrainian analytics didn't admire Cargill's politics. On the one hand, they used their big experience in many segments of the market, so they decided not to be leader, but at least to operate with little volume of the market (this thought made some agrarians unhappy, because this company was a core enterprise in

the market of grain and could change the price what even they wanted). On the other hand, they made people all the time think Cargill isn't just a simple company, they are an American company, so they all the time use their political support and even the company used its government relationships to achieve some of their purposes [6].

But their position of on American company not all the time was really good for even themselves. They had some problems in 2006 when our government limited export of grain (because of that, Cargill forced to pay for staying ships and handing cargo in the port without work). Also, the company had the problem with entering the port and building there its terminal. They had three failed attempts [6]. They explained they had many competitors and entering port (they decided to enter the port of Chernomorsk, because this port has many free place to build a new terminal). Such a big company will make many people feel uncomfortable in the market. All projects considered good plans, new technologies and attempts of different pieces of land, but anyway it was a fail.

The last challenge for them was a full breakdown of one of Ukrainian banks «Delta». They constituted 30 % assets of this bank. However, Cargill is interested even now in banks, because due to that they can help their agrarians finance the harvest.

Now they have also some problems as they have no their own terminal. For such a big company it's more convenient to have its own one and not to wait when it'll be free. As for me, they decided to work in a very good way, because the biggest cargo trade in Ukraine it's grain [7], and moreover the company considers now logistics situation's to their advantage. Anyway they're the third the biggest company that works with grain export in Ukraine and they are near their competitors, so the situation can immediately change. Let's consider SWOT-analysis that's presented in Table 1.

Table 1

SWOT-analysis of Cargill

Straights	Weaknesses
<ol style="list-style-type: none"> 1. Good strategy with their managers. 2. Choice of good product with which to work. 3. Worry about their suppliers. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Not enough knowledge about their cooperator. 2. Lack of experience in doing business in Ukraine when they began it.
Opportunities	Threats
<ol style="list-style-type: none"> 1. Main office in the capital of Ukraine. 2. Presence of relative cargo trade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bad situation with economics of the country. 2. Political crisis. 3. Many reforms that can change every moment. 4. Lack of their own terminal in one of Ukrainian ports.

Strategy Analysis is shown in Table 2.

Table 2

Strategy Analysis

	S	W
O	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue exchange with managers. 2. Use the opportunity with cargo trade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Focus on searching relative co-operator, using the opportunity of main office in Kiev. 2. Try other sector of business to have more experience.
T	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue to worry about their suppliers to not to lose them, because of the situation in the country. 2. Try to enter one of Ukrainian ports to not to wait in others terminals. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Focus on searching relative co-operator to avoid new instability. 2. Not to decide anything that has a big risk to the company.

We think that the best strategy is WT, because the company now is not in so good a situation and can totally lose its positions in Ukraine.

Hutchison Ports' case

Also, a good example of the company that was trying to enter one of Ukrainian ports. But unlike Cargill, Hutchison Port will have built their terminal in the port of Chernomorsk by the end of this year. They also had some failed attempt, but their strategy is completely different: they don't like to hurry up, first they collect information about a new potential market, they do the research about their customers and after that, they define the best strategy to achieve the leading position in this market. Therefore, before entering the port, managing director of European Department met our Minister of Infrastructure and officially visited the port of Chernomorsk. Moreover, Hutchison Port signed a memorandum about cooperation with Ukrainian government on the port Chernomorsk's development.

Our analytics forecast is that this company will attract cargo trade in Ukraine by their brand terminal. Likewise, the company administration announced they wanted to make this port a big logistic hub due to Ukrainian good transit capacity. But now they are just researching the technologic situation of the port [3]. In our opinion, from one hand, it's a good and convenient cooperation to all (company and country), because we have not so many companies that work with containers, so it'll be easy to enter the market. But, on the other hand, container trade takes the last position in cargo trade of our country [7], so it can make some problems to find the cargo to export.

Let's consider SWOT-analysis that's presented in Table 3.

Table 3

SWOT-analysis of Hutchison Port

Straights	Weaknesses
<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategy of not to hurry up. 2. World known company. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. The cargo they want to work is not so tradable in Ukraine. 2. Lack of experience in doing business in Ukraine.
Opportunities	Threats
<ol style="list-style-type: none"> 1. Memorandum with the government of the country. 2. Cooperation with the port administration. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bad situation with economics of the country. 2. Political crisis. 3. Many reforms that can change every moment.

Strategy Analysis is shown in Table 4.

Table 4

Strategy Analysis

	S	W
O	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue to analyze port facility before enter. 2. Use the port administration to have some benefits. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Try other sectors of business to have more experience. 2. Change cargo or have more types of cargo they wanted to work with.
T	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue their strategy to avoid potential risks. 2. Use some money from other their business to cover some problems done by performs. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Change cargo or have more types of cargo they wanted to work with. 2. Use some money from other businesses to cover some problems.

In our opinion, the best strategy is ST, because the company have many sectors in which they're working and also they can build new cargo trade of containers in Ukraine.

DP World's case

This company trying to enter the Ukrainian market for the first time and is doing that now really successfully: their first project is Odessa port fleet. They think Odessa port has a really good (even the best in Ukraine) port fleet, because all maintenance and repair work they can do exactly in the port [4]. Not all are happy by the decision our government has taken, but it happened: The Minister of Infrastructure signed another memorandum with DP World about cooperation and development of port fleet in Odessa port [4]. Some ana-

lytics think it can be a big problem that Odessa port will have no port fleet of its own, so the port will lose one profitable way to earn money and this situation will provide monopoly in pilot service, but others think that's even good, because we have examples in some ports of our country.

Also, the administration of DP World wants to realize some projects in the Yuzhny port by building there their terminal, but now we have not enough reliable information to say they will be in that port. Moreover, our government thinks this company can attract some cargo trade by its brand name in Ukraine. Anyway, this port operator wants to work with container trade and, like Hutchison Port.

Let's consider SWOT-analysis that's presented in Table 5.

Table 5

SWOT-analysis of DP World

Straights	Weaknesses
<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategy of trying their best in not so important way just to have experience. 2. World known company. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. The cargo they want to work is not so tradable in Ukraine. 2. Lack of experience in doing business in Ukraine.
Opportunities	Threats
<ol style="list-style-type: none"> 1. Memorandum with government of country. 2. Cooperation with port administration. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bad situation with economics of the country. 2. Political crisis. 3. Many reforms that can change every moment.

Strategy Analysis is shown in Table 6.

Table 6

Strategy Analysis

	S	W
O	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue to collect experience in other businesses to understand the whole situation. 2. Use port administration to have some benefits. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Use memorandum to have more opportunities in other projects. 2. Change cargo or have more types of cargo they wanted to work with.
T	<ol style="list-style-type: none"> 1. Try to achieve their goals step by step. 2. Cooperate with other countries to have cargo trade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continue to collect experience in other businesses to understand all the situation. 2. Cooperate with others countries to have cargo trade.

The best strategy is ST, because the country is not in such a good situation and instability can influence this companies activities.

Extra case: Sinohydro

Sinohydro is a state company that works with hydrotechnical equipment. They have their representatives in many countries, but their homeland is China (they built there 70 % of hydrotechnical equipment and infrastructure), and now they want to collaborate with Chernomorsk port.

But the main problem is they are a state company and they are not allowed to work with private companies. Because of that, our government has begun an experiment, as they say, of concession. Also, because of that our government has decided to redo the law about it, so it'll spend a lot of time before Sinohydro begins to do their business. But they have many alternatives and big interest in that port, so their director of Europe Department now is in discussion of all details of future cooperation [5].

Let's consider SWOT-analysis that's presented in Table 7.

Table 7

SWOT-analysis of Sinohydro

Straights	Weaknesses
<ol style="list-style-type: none"> 1. Good reputation in China. 2. Big importance in Chinese hydro-technical equipment and infrastructure that can prove they are good in their business. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Company is not allowed to cooperate with non-state companies. 2. Lack of experience in doing business in Ukraine.
Opportunities	Threats
<ol style="list-style-type: none"> 1. Good choice of port they want to cooperate with. 2. Reforms in Ukrainian law about concession. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Political crisis. 2. Many reforms that can change every moment.

Strategy Analysis is shown in Table 8

Table 8

Strategy Analysis

	S	W
O	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tries to influence the situation with hub port. 2. Waiting till the end of reforms in concession. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waiting till the end of reforms in concession. 2. Cooperate with the port administration to have more benefits.
T	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waiting till the end of reforms in concession. 2. Use all their experience in doing business in China to feel more stable in crisis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waiting till the end of reforms in concession. 2. Not to hurry up with doing business in Ukraine for not losing money because of unreliable cooperator.

In our opinion, the best strategy is WO, because the company needs to wait till the end of reforms in concession.

Advice to investors

Our point of view is the following. Cargill need to focus on their main problem: they trust not adequately good and reliable companies and people. Not all suppliers are happy that the company is a core enterprise, but, furthermore, now Cargill's trying to improve their strategy to have better relationships with them. We think they need to analyze the market and find people that are really reliable.

About Hutchison Port, they know what to do and have big plans. Just one thing that can be a problem, their strategy: they have a big competitor in DP World that can attract Hutchison Port's consumers or suppliers.

However, DP World need to hurry up with entering port like container port operator or build strong relationships with potential suppliers and consumers that can help them to compete with Hutchison Port.

Finally, Sinohydro: they need just to wait till the situation with the law about concession is over and after that they can try their best in one of Ukrainian ports.

Conclusions. Many port operators will enter Ukrainian ports by the end of this year, all are really known in the world, so they can bring in potential investors and costumers to our country. If Hutchison Port achieve their goals, Chernomorsk will be hub port, but anyway these three ports are situated near each other, so cooperation cannot take place in that relationship. Cargill have many competitors because of really big sector of the market, but now it can't influence so much in the situation of these three ports. DP World should compete with Hutchison Port, so relationships with Chernomorsk and Yuzhny ports will be competition. Also, on the side of Chernomorsk port is Sinohydro company that'll raise the status of this port. About the ports of Odessa and Chernomorsk, I think they'll cooperate in the same way as Odessa and Yuzhny, because Odessa is a regional center and has a better railway infrastructure.

REFERENCES

1. *Hoshovsky I. (2016) Top 5 трендов морской отрасли Украины 2016 года [Top 5 trade in Ukrainian shipping] // Ports of Ukraine, <http://ports.com.ua/opinions/top-5-trendov-v-morskoj-otrasli-ukrainy-2016-goda>*
2. *Ilnitsky K. (2016) Зерновые терминалы в портах: кто, где, что строят [Grain terminals in Ports: who, where, what builds] // Ports of Ukraine. <http://ports.com.ua/articles/zernovyye-terminaly-v-portakh-kto-gde-chto-stroit>*
3. *Hrebenyk C. (2016) Hutchison Ports: кто создал крупнейшего портового оператора в мире [Hutchison Ports: who created the biggest port operator in the world] // Ports of Ukraine, <http://ports.com.ua/articles/hutchison-ports-kto-sozdal-krupneyshego-portovogo-operatora-v-mire>].*

-
4. *Denisenko A. (2017) Крупнейший мировой портовый оператор DP World зайдет в Украину в этом году [The biggest world port operator DP World will enter Ukraine this year] // Stock Leader. <http://www.profi-forex.org/novosti-mira/novosti-sng/ukraine/entry/1008306857.html>*
 5. *Китайцы хотят инвестировать в Черноморский порт [Chinese want to invest in port of Chernomorsk] // Economic Truth. <http://www.epravda.com.ua/rus/news/2017/04/14/623901>*
 6. *Нребенук С. (2016) Трудный выбор: взлеты и падения Cargill в Украине [The difficult choice: rises and falls of Cargill in Ukraine]// Forbes Ukraine, [<http://forbes.net.ua/magazine/forbes/1414315-trudnyj-vybor-vzlety-i-padeniya-cargill-v-ukraine>].*
 7. *Cargo trade of Ukrainian port in 2015: general trade, Transport News <http://www.transnews.dn.ua/зрузонотокки-портов-украины-2015>.*

Стаття надійшла до редакції 10.04.2018 р.

УДК 65.012.34:338.47

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.02>**МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ****Н.Н. Поддубная**

ст. преподаватель

кафедры «Управление логистическими системами и проектами»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. Исследована возможность применения системы сбалансированных показателей (ССП) для оценки деятельности проектно-ориентированной судоходной компании. Предложена структура СПП, состоящая из трех подсистем: основной вид деятельности, проектная деятельность, смежный вид деятельности. Каждая подсистема формируется набором показателей характеризующих данные подсистемы. Разработана модель причинно-следственных связей между подсистемами системы сбалансированных показателей с учетом жизненного цикла развития судоходной компании.

Ключевые слова: система сбалансированных показателей (ССП), проектно-ориентированная судоходная компания, жизненный цикл, развитие.

**МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ
ПРОЕКТНО-ОРИЄНТОВАНОЇ СУДНОПЛАВНОЇ КОМПАНІЇ****Н.М. Піддубна**

ст. викладач

кафедри «Управління логістичними системами і проектами»

Одеський національний морський університет

Анотація. Досліджено можливість застосування системи збалансованих показників (СЗП) для оцінки діяльності проектно-орієнтованої судноплавної компанії. Запропоновано структуру СЗП, що складається з трьох підсистем: основний вид діяльності, проектна діяльність, суміжний вид діяльності. Кожна підсистема формується набором показників, які характеризують дані підсистеми. Розроблено модель причинно-наслідкових зв'язків між підсистемами системи збалансованих показників з урахуванням життєвого циклу розвитку судноплавної компанії.

Ключові слова: система збалансованих показників (СЗП), проектно-орієнтована судноплавна компанія, життєвий цикл, розвиток.

UDC 65.012.34:338.47

MODEL OF THE BALANCED INDICATORS SYSTEM OF THE PROJECT-ORIENTED SHIPPING COMPANY

N.N. Poddubnaya

Senior Lecturer of the department «Management of logistics systems and projects»

Odessa National Maritime University

Abstract. *The possibility of using a balanced scorecard (BSS) system for assessing the activity of a project-oriented shipping company was explored. The structure of the BSS, which consists of three subsystems, is proposed: the main type of activity, the project activity, the related activity. Each subsystem is formed by a set of indicators, which describe the data of the subsystem. «Main type of activity» and «Project type of activity» are considered in the following directions: the personnel section, the organizational section, the production section, the marketing section and the financial section. «Project activity» consists of the essence of the project, resources, risks, the efficiency, the quality.*

It was offered to consider the project-oriented shipping company as a system in the dynamics of its development.

Proceeding from this, a model of cause-effect relationships between the subsystems of the balanced scorecard system was developed, considering the development objectives of the shipping company at each stage of its life cycle. Five stages are distinguished: birth, becoming, maturity, aging, rebirth or extinction.

Keywords: *balanced Scorecard System, project-oriented shipping company, life cycle, development.*

Введение. Известно, что состояние судоходной отрасли Украины сегодня находится в состоянии стагнации. Эксперты считают, что главной причиной существующего положения являются недостатки в системе управления, которая не соответствует ни объекту управления, ни изменившимся условиям внешней среды. Очевидно, что проблемы управления судоходными компаниями в настоящее время актуальны и требуют специального рассмотрения.

С нашей точки зрения, одной из причин неэффективного управления является недостаточная разработка методов и технологий оценки функционирования предприятия.

Анализ основных достижений и литературы. В последнее десятилетие как за рубежом, так и в Украине, широкое распространение и применение получили стратегические системы управленческого учета, одной из которых является концепция сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard), разработанная профессорами Р. Капланом и Д. Нортонем. Система сбалансированных показателей (ССИП) эффективности имеет безусловные преимущества по сравнению с традиционными концепциями, используемыми для комплексной оценки деятельности

предприятия и имеет чрезвычайную полезность в качестве учетно-аналитического инструмента.

Основная идея *ССП* заключается в том, чтобы создать подход, позволяющий, с одной стороны, – наиболее полно оценить стоимость компании, а с другой – вложить в руки руководителей различного уровня инструмент, помогающий осуществлять оперативное руководство компанией в соответствии со стратегией ее развития. Методологическая основа *ССП* предполагает формирование так называемых стратегических карт, представляющих собой группировку целей и показателей по четырем категориям: 1) финансы, 2) клиенты, 3) внутренние бизнес-процессы и 4) обучение и развитие [1]. В последнее время исследователи отмечают, что эти направления не являются «константами» [2; 3]: возможны и иные комбинации.

Цель исследования, постановка задачи. По нашему мнению при формировании структуры *ССП* в качестве наиболее важных моментов следует учитывать специфику национальной экономики, ее современное состояние и отраслевые особенности объекта исследования. Целью исследования является разработка концептуальной модели структуры *ССП* для проектно-ориентированной судоходной компании с учетом жизненного цикла ее развития.

Материалы и методы исследований. В работе использованы аксиоматический метод познания, основанный на понятийном аппарате и теоретической базе общей экономической теории, системного анализа и управления проектами.

Результаты исследования. Для оценки функционирования проектно-ориентированной судоходной компании предлагается структура *ССП*, представленная на рис. 1.

Заметим, что разработанная структура, состоящая из трех подсистем *ССП* (*ПССП*), может быть использована в любой проектно-ориентированной компании независимо от рода деятельности, поскольку носит принципиальный характер. Особенности же деятельности влияют на наполнение структурных *ПССП* блоков, т.е. на формирование базы показателей.

Для более четкого понимания предложенной структуры, уточним используемые термины: проектно-ориентированная компания и *ССП*.

Практически каждая организация в процессе своей деятельности сталкивается с тем или иным проектом. В настоящее время, в условиях конкурентной рыночной среды, проект рассматривается как специфическое направление деятельности компании, которое ведет к повышению эффективности используемых ресурсов и улучшению управления. Это в свою очередь приводит к достижению поставленных целей и увеличению конкурентных преимуществ. Итак, проектно-ориентированная судоходная компания – это компания, в основе управления которой используется методология управления проектами. Иначе говоря, любые изменения в ее деятельности, например, расширение предоставляемых услуг, выход на

новый сегмент рынка или же прекращение существования, могут реализовываться в форме соответствующих проектов. Степень успешности работы проектно-ориентированной компании, как впрочем и любой другой, может быть измерена с помощью системы сбалансированных показателей.

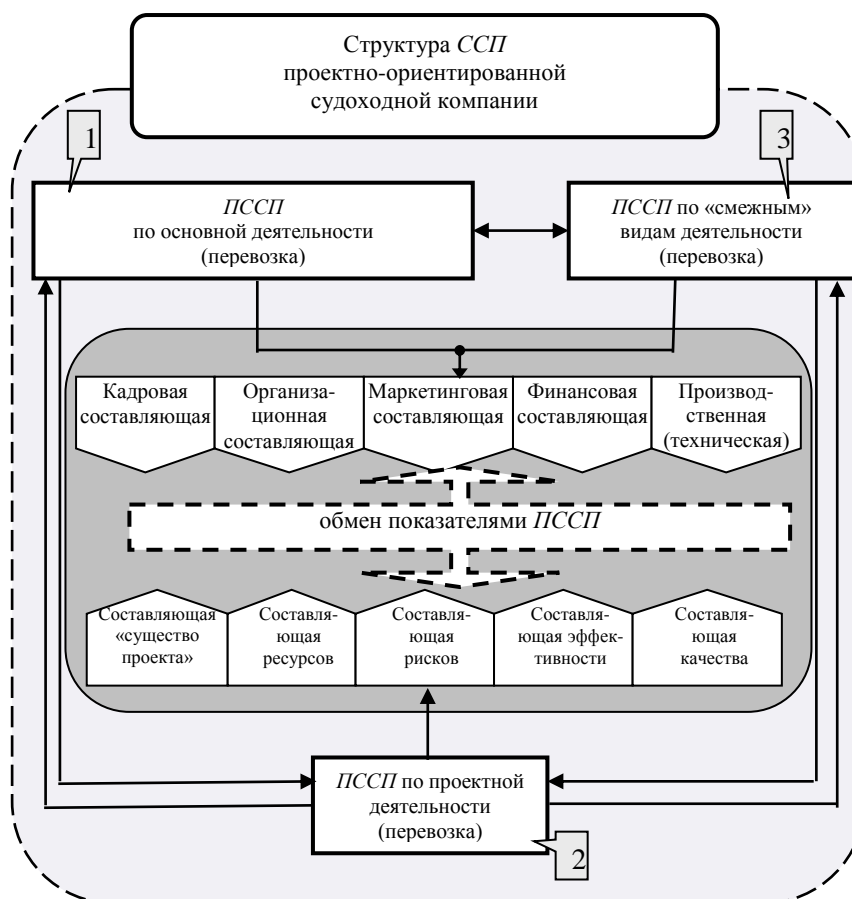


Рис. 1. Принципиальная структура ССП для проектно-ориентированной компании

Сбалансированная система показателей (ССП) – это система стратегического управления организацией на основе измерения и оценки эффективности по набору показателей, подобранному таким образом, чтобы учесть все существенные (с точки зрения стратегии) аспекты деятельности.

Исходя из вышесказанного, в отличие от фиксированных четырех направлений классической концепции ССП, и выделяя существенные аспекты деятельности судоходной компании, предлагается структуру ССП формировать по трем направлениям (подсистемам):

1. Основной вид деятельности (подсистема 1 – ССП^{овд});

2. Управление проектами или проектная деятельность (подсистема 2 – $ПССП^{np}$);

3. Смежный вид деятельности (подсистема 3 – $ПССП^{свд}$).

Таким образом, система сбалансированных показателей судоходной компании может рассматриваться как объединение подсистем, т.е.

$$ССП = ПССП^{np} \cup ПССП^{свд} \cup ПССП^{свд}.$$

Внутренняя среда судоходной компании, с точки зрения системного подхода, – это та часть общей среды, которая находится в ее пределах. Она оказывает постоянное и самое непосредственное воздействие на функционирование и состояние организации. Внутренняя среда имеет несколько срезов, состояние которых в совокупности определяет тот потенциал и те возможности, которыми располагает компания. Таким образом, опираясь на теорию менеджмента и классическую модель организации, $ПССП$ основного и смежного видов деятельности (подсистемы 1 и 3) следует рассматривать в пяти направлениях:

1. Кадровый срез (взаимодействие менеджеров и рабочего персонала; найм, обучение и продвижение кадров; оценка результатов труда и стимулирование; создание и поддержание отношений между работниками и т.п.);

2. Организационный срез (коммуникационные процессы; организационные структуры; нормы, правила, процедуры; распределение прав и ответственности; иерархия подчинения);

3. Производственный срез (изготовление продукта (услуги); снабжение и ведение складского хозяйства; обслуживание технологического парка; осуществление исследований и разработок);

4. Маркетинговый срез (реализация продукции, ценообразование, продвижение продукта (услуги) на рынке, выбор рынка сбыта и системы распределения);

5. Финансовый срез (процессы, связанные с обеспечением эффективного использования и движения денежных средств в организации, поддержание должного уровня ликвидности и обеспечение прибыльности, создание инвестиционных возможностей и т.п.).

Управление проектами или проектная $ПССП^{np}$, как вид деятельности компании, с нашей точки зрения, может характеризоваться следующими пятью направлениями:

1. «Содержание» проекта;

2. Ресурсы;

3. Риски;

4. Эффективность;

5. Качество.

Выбор такой структуры составляющих основывается на следующих рассуждениях. Поскольку, в самом общем смысле, проект – это мероприятие, направленное на достижение уникального результата в заданные сроки и в рамках указанного бюджета, то все проекты предпринимаются для получения определенного результата – продукта проекта

(услуги). Соответственно, успех любого проекта зависит от: 1) понимания того, что должно быть получено в результате его реализации; 2) ресурсов, которыми располагает компания и которые должны быть привлечены; 3) рисков и возможности их уменьшения; 4) необходимости проекта и возможности создать некий положительный эффект от его внедрения; 5) качества работы команды менеджеров.

Разработка стратегии и целей функционирования, как правило, достаточно сложный процесс и требует немалых ресурсов из-за необходимости учета всех аспектов деятельности компании и возможных вариантов развития событий. Целью любой компании является удержание и завоевание существенных конкурентных преимуществ при имеющихся ресурсах, а также переход из нынешнего состояния в желаемое, которое является стратегической целью компании на данном этапе ее развития. Исходя из этого, нами предлагается рассматривать связи в *ССП* с учетом целей развития судоходной компании на каждом этапе ее жизненного цикла. Использование такого подхода дает возможность исследовать компанию не как статическую систему, а как систему в динамике ее развития. Это позволяет своевременно объяснить и предсказать возможные изменения, связанные с влиянием внешней среды, и своевременно принять те или иные управленческие решения по стабилизации функционирования компании.

Существуют разные мнения специалистов в отношении количества этапов жизненного цикла развития организации (в общем случае их выделяют не менее трех). Для того чтобы не переусложнять рассматриваемую систему, предлагается рассматривать жизненный цикл, состоящий из 5 этапов: рождение, становление, зрелость, старение, возрождение либо исчезновение.

Приведем схему причинно-следственных связей между *ПССП* в структуре *ССП* судоходной компании (рис. 2). Классифицируя судоходную компанию как сложную систему, логично предполагать, что она может иметь несколько стратегических целей. На разных жизненных этапах, несмотря на одно и то же направление развития, приоритеты достижения целей меняются.

Итак, судоходная компания представляет собой сложную систему с многочисленными связями, на входе которой материальные ресурсы, контракты, соглашения и договора, и информация. Часть этой информации предоставляется *ССП*. Поскольку мы рассматриваем проектно-ориентированную судоходную компанию, то входная информация может мотивировать процессы инициализации проектов. Выходом такой системы является реализованный проект в виде продукта или услуги по основной или смежной видам деятельности, которые в данный момент времени можно считать «уникальными» и которые могут обеспечить компании конкурентные преимущества на соответствующем сегменте рынка.

Предложенная нами схема причинно-следственных связей (рис. 2) показывает изменение приоритетности *ПССП*.

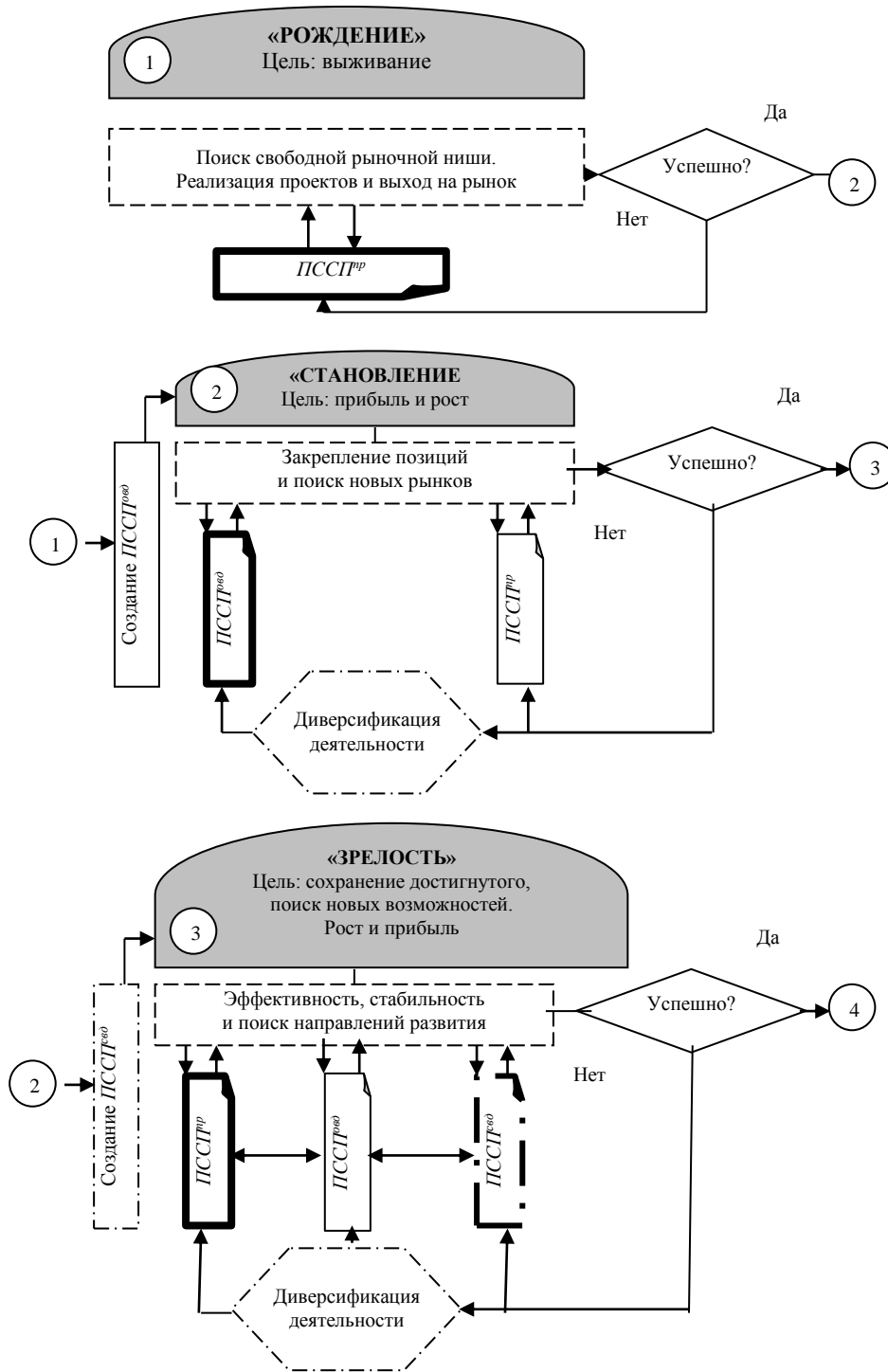


Рис. 2. Причинно-следственные связи между ПССП в структуре ССП судоходной компании. Ч. 1

Выводы. Обобщая все вышесказанное, можно сделать вывод о том, что предлагаемая принципиальная структура ССП для судоходной компании позволит всесторонне оценить ее функционирование и своевременно сигнализировать о малейших отклонениях в любом направлении деятельности.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нильс-Гордан Ольве. Оценка эффективности деятельности компании [Текст] / Нильс-Гордан Ольве, Жан Рой, Вангус Веттер.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.
2. Кащеев Р. *Balanced Scorecard: новое заклинание или стратегия управления?* [Текст] / Р. Кащеев // *Управление компанией*. – 2002. – № 9. – С.12-18.
3. Каплан Роберт. *Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию* [Текст] / Роберт Каплан, Дейвид Нортон. – Изд-во «Олимп-Бизнес», 2016. – 304 с.

Стаття надійшла до редакції 23.03.2018 р.

**IMPACT OF THE FACTORS
OF THE REGIONAL MARKET MARINE PASSENGER TRANSPORTATION
ON THE ACTIVITY OF THE SHIPPING COMPANY**

Steba A.A.

Assistant of the Department «Fleet Operations and Marine Transportation Technology»

Mikhailova Yu.V.

Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department «Fleet Operations
and Marine Transportation Technology»

Odessa National Maritime University

***Abstract.** Transport is one of the most important factors influencing the level of socio-economic development. Despite the increase in volume shipping needs of the population in such traffic are not met in full. The problem turn linked to the absence or lack of understanding of the functioning of the transport system in general and the marine passenger AI component and lack of knowledge about the economic aspects of its existence.*

Lack of understanding of the principles of the regional market of maritime passenger transport and uncertainty factors that market has a negative impact on the organization and the management of shipping companies.

In the article the concept of regional market of maritime passenger transport is revealed. Market factors affecting the activities of shipping companies. Done grouping on the basis of factors. The character of influence factors on various aspects of the shipping company.

***Keywords:** market of passenger transportations, regional market, passenger transportation, shipping company, market factors.*

**ВПЛИВ ФАКТОРІВ
РЕГІОНАЛЬНОГО РИНКУ МОРСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
НА ДІЯЛЬНІСТЬ СУДНОПЛАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

А.А. Стеба

асистент кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»

Ю.В. Михайлова

к.е.н., доцент,

доцент кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»

Одеський національний морський університет

***Анотація.** У статті проведено огляд останніх досліджень і публікацій в сфері організації морських пасажирських перевезень. Визначено та розглянуто фактори регіонального ринку морських пасажирських перевезень, що впливають на діяльність судноплавних підприємств. Здійснено групування факторів за певними ознаками.*

© Steba A.A., Mikhailova Yu.V., 2018

Детально розглянуто характер впливу кожного з визначених факторів на різні аспекти організації і діяльності судноплавного підприємства.

Ключові слова: ринок пасажирських перевезень, регіональний ринок, пасажирські перевезення, судноплавне підприємство, фактори ринку.

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА
МОРСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК
НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СУДОХОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.А. Стеба

ассистент кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»

Ю.В. Михайлова

к.э.н., доцент,

доцент кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В статье проведен обзор последних исследований и публикаций в сфере организации морских пассажирских перевозок. Определены и рассмотрены факторы регионального рынка морских пассажирских перевозок, влияющие на деятельность судоходных предприятий. Осуществлена группировка факторов по определенным признакам. Подробно рассмотрен характер влияния каждого из определенных факторов на различные аспекты организации и деятельности судоходного предприятия.

Ключевые слова: рынок пассажирских перевозок, региональный рынок, пассажирские перевозки, судоходное предприятие, факторы рынка.

Introduction. Transport is one of the most important factors affecting the level of social and economic development of the region. Despite the increase in the volume of sea transportations, the population's demand for such transport is not fully met. This problem, first of all, is due to the lack of understanding of the principles of the functioning of the transport system as a whole and of the sea passenger component, as well as a lack of knowledge about the economic aspects of ensuring its existence. Improving public transport services is an important part of the task of economic and social development of the state. The use of maritime transport in the regional market allows to remove the load from other modes of transport, where the technical means are overloaded, to correctly redistribute the passenger traffic, thereby unloading business centers and major land-lines. Most companies choose for themselves the line of business in a private way. They plan the organization of sea passenger transportations based only on subjective episodic ideas about the need to apply certain methods and algorithms, taking into account disparate factors. Insufficient understanding of the principles of organization of activities in the regional mar-

itime passenger transportation market and the uncertainty of the factors of such a market adversely affect both the organization and management of shipping companies.

Analysis of major achievements and literature. In the scientific works of V.V. Zhikhareva [1; 2], I.A. Golubkova I.A. [3], Yu.V. Mihailova [4] covers the structure of the world market of passenger transportation, factors affecting the efficiency of cruise companies, the factors ensuring the sustainable operation of shipping companies in the cruise ship market. A number of works E.A. Zhigunov [5] is devoted to ensuring the sustainable functioning of a cruise tourist enterprise in the regional market. In the works of S.G. Nezdoinova [6; 7] revealed the essence and gave an assessment of the current state and potential of the cruise ship market. In the works of the above-mentioned authors, the sphere of the regional market of tourist services, or the sphere of the regional market of cruise shipments, is considered. However, shipping companies have the opportunity to organize activities not only in the sphere of cruise shipments, but also in other areas: urban and suburban transportation of passengers, tourist and transport lines, high-speed communication within the region and so on.

Purpose of the study, statement of the problem. The main objective of the study is to identify and segment factors affecting the activities of the shipping enterprise, determine the nature of the impact of identified factors on various aspects of the shipping company.

Study material. Under the regional market, it is customary to understand the territorial sphere of commodity circulation. However, different authors give slightly different scientific definitions, trying to identify the main features and elements that characterize this concept. This interpretation is shared by most foreign scientists, both in the field of transport and in other spheres. The regional maritime passenger transport market is a part of the world maritime passenger transportation market, subject to the general world requirements for such a market, has characteristics and elements inherent in all markets. However, it has its own distinctive features, such as: passenger traffic; a network of service providers (agency, crewing, brokerage, stevedore companies, freight brokers, news agencies, etc.); a large number of non-market counterparties; dependence on the overall infrastructure of the region. In addition, the territorial boundaries of the market may include the territories of different countries, since geographically sea transport is located both within the regions of one country and between neighboring regions of different countries.

A large number of factors influence the shipping company operating in the regional maritime passenger transportation market. They differ in nature, sources of origin, nature and objects of impact, attitude towards market participants. Since the shipping company is one of the main participants in the regional market of maritime passenger transport, consider the classification of the factors in more detail.

Factors of the regional market in relation to participants can be divided into two main groups: external and internal. External factors of the regional market in relation to the shipping enterprise are factors of indirect influence.

The regional market of sea passenger transportation is influenced by such factors of the external environment: the economic situation of the region; political state of the region, the state and the world as a whole; socio-cultural environment; the level of scientific and technological development; number and composition of the population of the region; income level of the population; international, governmental and non-governmental organizations; climatic and geographical conditions of the region.

The economic situation of the region primarily affects the cost of resources used by the shipping enterprise, and the ability of consumers to buy certain goods and services. Any changes in the economic situation can affect differently the various shipping companies in the region: in case of economic decline, shipping companies offering more exclusive, expensive services usually incur losses, and those that offer cheap services - on the contrary, increase profits by increasing the demand for such services. At the same time, the shipping enterprises are focused on satisfying the primary needs of consumers in transportation, for example, in the absence of an alternative message for business passengers, may not at all experience the negative consequences of the deteriorating economic situation in the region.

The political situation in the region causes a certain mood of the government, administrations, courts, public organizations and the population in relation to representatives of business in this or that sphere. This factor can positively influence the development of the regional maritime passenger transportation market in a situation where the goal of the government and society is to attract enterprises to the regional market and develop the infrastructure of the region. In such conditions, entry to the market becomes easier, the number of market participants increases, which in turn increases the level of competitiveness and encourages shipping companies to more intensively develop their activities. In cases where the political situation is unstable, the regional market is adversely affected. The terms of business activity on the market remain unchanged or become unfavorable. The number of enterprises is decreasing, which in some cases provokes the emergence of a monopoly (in the case of a continuing demand) or the closure of the market (in case of a decrease or disappearance of demand).

To the general socio-cultural factors, one can first of all include: the demographic state, attitudes, values and traditions. First of all, these factors influence the demand, labor relations, working conditions and the level of wages. The media have a particular impact on the companies of the regional market. Sociocultural environment is one of the factors that determines the strategy of the shipping company in the regional maritime passenger transportation market, determines the basis of labor relations, the ways of promoting services on the market.

The factor of the level of scientific and technological development (STD) is in relation to the shipping enterprise as an external and internal factor. The influence of this factor on the activity of the shipping enterprise is more pronounced in the field of automation and informatization. The achievements of the scientific and technical revolution directly affect the efficiency, the speed of aging of assets and services, and the level of demand depends on its level. In relation to the regional market, the scientific and technological revolution determines the level of use of achievements, the speed and ability of market participants to react to new developments, which in turn are the object of competition. The more such influence, the faster the shipping enterprise should react to the introduction of scientific achievements and technical developments. However, only under the condition of working with high-level technologies, an enterprise can independently implement the latter, ensuring its own competitiveness in the regional market.

The size of the population affects the size of passenger traffic and the level of demand, the qualitative composition of the population influences the formation of passenger traffic of certain types: business passengers, tourists, military, migrants and etc.

The income level of the population depends on the economic and political state of the region and affects the participants of the regional market of sea passenger transportation by limiting the maximum possible level of tariffs for transportation, which in turn helps to increase the level of competition between competitive competitors and changes in the level of quality of services provided.

International organizations play a significant role in the organization of legal regulation of regional and international sea passenger traffic. Water transport is represented by the most numerous international organizations: more than 100 organizations operate in the field of maritime transport. Their influence on the development of sea passenger transport is quite significant.

The government in the conditions of a market economy exercises both indirect influence – primarily through the system of taxation, state ownership and the budget, and direct – through legislative acts. Each separate shipping company has a certain legal status, which defines the scope of operations and the principle of taxation.

In different regions, especially those that are territorially related to different states, several different legal acts may operate. However, some elements are common to all: the fulfillment of the requirements of safety of life and work, the requirements of safety of navigation and rescue on the water, life and liability insurance, the requirements of international organizations in the field of maritime transport, the rights and obligations of the carrier and passenger, the protection of the rights of the passenger as a consumer of services .

Climatic conditions are the main factor determining the seasonality of passenger traffic. In regions with favorable climatic conditions, seasonality is always greater, that is, the period of increasing demand for maritime passenger transport services lasts longer.

Geographical conditions are a multidimensional factor. First of all, the geographic location of the region determines its socio-economic development. Important characteristics of the geographical situation are: the number of neighboring regions, the degree of their social and economic development, the availability and development of waterways and sea routes, the number of seaside populated areas in the region itself, and the natural conditions of the shipping routes.

The aggregate of internal factors of the regional maritime passenger transportation market is the working environment for the shipping enterprise. In turn, this environment includes the following markets: the supply market, the sales market, the capital market and the labor market. The main internal factors of the regional market include: consumers; suppliers; enterprises-potential competitors; substitute services.

A distinctive feature of consumers in the transport sector is that consumers form passenger traffic, the direction, the quantitative and qualitative composition of which essentially determines the technical characteristics of the production assets of the shipping enterprise: the technical and operational characteristics of the fleet; Conditions for the organization of passenger transportation: the development of a route scheme for transportation, scheduling, the definition of tariffs and the like.

Suppliers in the field of sea passenger transport are physical or legal entities that provide the shipping enterprise with resources of various types. All suppliers can be divided into groups: suppliers of material resources, labor resources, information resources, communication services with the external environment, capital.

Competition is one of the most influential factors in the regional maritime passenger market. For the shipping company in the regional market of passenger transportation, competitors are domestic and foreign shipping companies of various forms of ownership and with different legal status operating in this market. Taking into account that sea transport is a part of the unified transport system of the state, it is necessary to take into account related modes of transport that can act as competitors – when the directions of transportation are the same or parallel, and in the role of partners – when enterprises of different modes of transport serve individual parts in one direction. It should be noted that competition among shipping companies can be not only customers, but also labor, materials, capital, advances in scientific and technological development, information and the like. The reaction to competition is formed by the internal factors of the shipping enterprise, such as: strategy, working conditions and payment, the nature of relations with employees and customers.

Substitute services are services that are similar in their characteristics, but have a number of disadvantages or advantages over the primary service. The peculiarity of substitute services is that the prices for such services are interrelated: when the price for a service increases, the demand for substitute services increases. In the regional market of sea passenger transportation, substitute services are passenger transportation services for alternative (improved

or slightly modified) routes, transportation using more speedy or more comfortable vessels, providing additional services, and etc.

Results of the study. As a result of the research, the factors of the regional market of sea passenger traffic influencing the activity of the shipping enterprises were determined and considered. A grouping of factors according to certain criteria is carried out. The character of influence of each of the certain factors on various aspects of the organization and activity of the shipping enterprise is considered in detail.

Conclusions. When organizing activities in the regional maritime passenger transportation market, the management of shipping companies should take into account both external and internal factors of the market. External factors of the market influence indirectly, and internal factors directly influence the activities of shipping companies. A number of factors are common for all regional markets: the state of world politics, the level of scientific and technological revolution, international governmental and non-governmental organizations.

However, some factors, such as geographical conditions, political and economic position of the region, socio-cultural environment are specific.

A more detailed structuring and analysis of the impact of the regional maritime passenger market factors on the activity of shipping companies in the conditions of a particular regional market will allow choosing the optimal development strategy, planning the level of profitability, determining the focus group of consumers, the volume of assets needed to attract, the way of promoting services, etc. Also, more detailed research is required to analyze the influence of these factors on the activity of the shipping company.

REFERENCES

1. *Современные тенденции развития рынка круизного судоходства / В.В. Жихарева // Развитие методів управління та господарювання на транспорті: Зб.наук.праць. – Одеса: Видавництво ОНМУ. – 2012. – № 39 (2). – С. 153-167.*
2. *Факторы, влияющие на эффективность работы круизной компании / В.В. Жихарева // Материалы международной научно-практической конференции «Международные транспортные коридоры: ось Запад-Восток и Шелковый путь». – Одесса: ОНМУ, 2016. – С. 48-51.*
3. *Факторы и закономерности структуризации глобального круизного рынка / И.А. Голубкова // Вісник економіки транспорту і промисловості: Зб.наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – № 31. – С. 75-78.*
4. *Михайлова Ю.В. Забезпечення стійкого функціонування судноплавних підприємств на круїзному ринку, що формується у Чорноморському регіоні: Автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Ю.В. Михайлова. – Одеса, 2009. – 20 с.*

5. Жигунов Э.А. Совершенствование системы управления региональным круизным туризмом (на примере рынка речных круизов Северо-Западного региона): Автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Э.А. Жигунов. – СПб., 2007. – 22 с.
6. Нездойминов С.Г. Круизный рынок Черноморского региона Украины / С.Г. Нездойминов // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2013. – № 3 (161). – С. 25-30.
7. Нездойминов С.Г. Современный потенциал региональных рынков морских круизов // Экономика, предпринимательство и право. – 2016. – Т. 6. – № 2. – С. 135-146.
8. Новоселов А.С. Теория региональных рынков / Учебник. – Новосибирск, 2002. – 446 с.
9. Алимбаев А.А., Утешев С.Б. и др. Региональная социально-экономическая система. – Т. 1. – Караганда: Санат, 2002. – 514 с.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2018 р.

**КОМПЛЕКС ІМІТАЦІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ
ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ПОРТУ**

В.І. Тихонін

ст. викладач кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»
Навчально-наукового інституту морського бізнесу
tihonin1960@rambler.ru

Одеський національний морський університет

Анотація. *Визначені та проаналізовані основні фактори які здійснюють вплив на процес перевантаження вантажів в порту. Описаний процес функціонування терміналів порту і запропонована методика визначення їх оптимальних параметрів шляхом імітаційного динамічного моделювання.*

Розроблені блок-схеми і алгоритм побудови імітаційних моделей. Запропоновано використовувати принцип «особливих подій» і визначений їх перелік. Визначені основні вимоги до побудови моделей і визначення їх адекватності.

Ключові слова: *термінали порту, параметри, імітаційне динамічне моделювання, блок-схеми і алгоритм.*

**КОМПЛЕКС ИМИТАЦИОННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОРТА**

В.И. Тихонин

ст. преподаватель
кафедры «Эксплуатация портов и технология перегрузочных работ»
Учебно-научного института морского бизнеса

Одесский национальный морской университет

Аннотация. *Определены и проанализированы факторы оказывающие влияние на процесс перегрузки грузов в порту. Описан процесс функционирования терминалов порта и предложена методика определения их оптимальных параметров путем имитационного динамического моделирования.*

Разработаны блок-схемы и алгоритм построения имитационных моделей. Предложено использовать принцип «особых событий» и определен их перечень. Определены основные требования к построению моделей и определения их адекватности.

Ключевые слова: *терминалы порта, параметры, имитационное динамическое моделирование, блок-схемы и алгоритм.*

UDC 656.615:658.003

**COMPLEX OF IMITATION DYNAMIC MODELS OPTIMIZATION
OF PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL LOAD COMPLEXES OF PORTA**

V.I. Tikhonin

Senior lecturer

of the Department «Operation of ports and technology of transshipment»
Educational Institute of Marine Business

Odessa National Maritime University

***Abstract.** Definite and analysed factors having influence on the process of overload of loads in port and on treatment of ships and carriages. Their priority is definite. The process of functioning of technological shifting complexes (terminals) of port is described and the method of determination of their optimum parameters is offered by an imitation dynamic design.*

Classification of terminals and models is offered. The basic modify parameters of models and boundary of their changes are definite. The cases of outages of transport vehicles are described. Flow-charts and algorithm of construction of simulation models are developed.

It is suggested to use principle of the «special events» and their list is definite. The basic requirements are definite by the construction of models and determination of their adequacy. The possible complex of optimization parameters of simulation model is offered.

***Keywords:** terminals of port, parameters, imitation dynamic design, flow-charts and algorithm*

Вступ. Завдання оптимізації значень параметрів технологічних перевантажувальних комплексів (ТПК) (терміналів) порту при заданому їхньому завантаженні виникає як при проектуванні, так і при експлуатації ТПК. На етапі проектування оцінка параметрів здійснюється в умовах неповної інформації про майбутні умови роботи ТПК. У процесі експлуатації ТПК реальні умови роботи, як правило, значно відхиляються від умов, прийнятих у проектних розрахунках. Тому в процесі експлуатації ТПК, при складанні планів поповнення порту підйомно-транспортним обладнанням (ПТО) і його реконструкції постійно виникає завдання оптимізації параметрів ТПК для умов його роботи, що змінилися. Із цим завданням нерозривно зв'язане завдання спеціалізації ТПК – визначення оптимального завантаження ТПК при заданих значеннях його параметрів (зворотне завдання). Тому можна затверджувати, що завдання оптимізації параметрів ТПК є однією з найважливіших завдань в експлуатації портів і представляє великий науковий і практичний інтерес.

Аналіз основних досягнень і літератури. Завдання оптимізації значень параметрів ТПК є досить складним, тому що функціонування ТПК зв'язане з такими випадковими процесами, як прибуття а відправлення транспортних засобів до порту, їхнє завантаження й розвантаження,

зберігання вантажів на складі. Відомі аналітичні методи рішення цього завдання складні, спрямовані на оптимізацію окремих параметрів ТПК у відриві від системи інших параметрів, бувають різного роду допущенні про характер прибуття транспортних засобів у порт, умовах їхньої обробки й ін. [1; 2; 3]. Для цих цілей часто використовується теорія масового обслуговування, яка, як було доведено в [4], для опису функціонування порту і його взаємодії із залізницею не підходить. Перераховані недоліки значно знижують можливість практичного застосування цих методів, точність одержуваних при їх допомозі результатів.

Для рішення такого завдання пропонується використовувати метод імітаційного моделювання, тому що в цей час це єдиний ефективний метод практичного дослідження складних систем, до яких відносяться й ТПК [5]. Імітаційна модель дозволяє врахувати такі особливості функціонування ТПК, як наявність дискретних і безперервних величин, нелінійні їхні характеристики, різного роду випадкові впливи й інші фактори, які досить часто є непереборною перешкодою при аналітичних методах дослідження.

До одних з перших робіт з імітаційного моделювання виробничої діяльності порту відносяться [6; 7]. В [8; 9] для побудови імітаційної моделі порту пропонується використовувати схеми кусково-лінійних агрегатів (КЛА), що значно зменшує трудомісткість підготовки моделі, але при цьому знижується точність одержуваних рішень, тому що застосування КЛА неминуче сполучене з рядом припущень та істотних спрощень моделюючого процесу. Такий підхід неприйнятний для імітації роботи окремого ТПК, коли в процесі моделювання необхідно розглядати процес перевалки окремих партій вантажу, зміну в часі стану завантаження складу, транспортних засобів, а також вплив інших істотних факторів, які неможливо врахувати в схемах КЛА.

Імітаційне моделювання роботи ТПК уже використовувалося для цілей проектування в [10]. Однак запропонована для цього модель відрізняється високим рівнем ад'єктивування вихідних даних і процесів які моделюють, що цілком відповідає вимогам, пропонованим до точності розрахунків, виконуваних на стадії проектування, і обумовлено відсутністю достовірних даних про реальні умови функціонування ТПК.

Мета дослідження, постановка задачі. Метою дослідження є побудова комплексу імітаційних динамічних моделей для визначення оптимальних значень параметрів ТПК, а об'єктом розгляду – ТПК порту або термінал окремої стивідорної компанії, елементами якого є:

морський вантажний фронт (МВФ), який включає причал, фронти обробки суміжних видів транспорту, технологічні лінії (ТЛ) та призначений для перевалки вантажу із судна на склад і назад або по прямому варіанту;

тиловий вантажний фронт (ТВФ), який включає фронти обробки суміжних видів транспорту, ТЛ та призначений для перевалки вантажу з суміжних видів транспорту на склад і назад; склад.

Матеріали досліджень. Для ТПК які експлуатуються, на відміну від проєктованих, представляється можливим (через наявність інформації) врахувати вплив на роботу ТПК таких істотних факторів як:

кількість вантажу на судні й структур його вантажного плану;
кількість вагонів у поїзді (потягу) і його структурний склад по видах вагонів і вантажів;
організація й технологія зберігання вантажів на складі;
організація виконання маневрових робіт на припортовій станції;
можливість попереднього накопичення вагонів на припортовій станції й ін.

В роботі пропонується комплекс імітаційних динамічних моделей для визначення оптимальних значень параметрів ТПК універсального призначення який експлуатуються, з урахуванням перерахованих факторів. Для цього розроблені моделі ТПК, що спеціалізуються на перевантаженні:

1. Імпортних і каботажних вантажів прибуття з перевалкою всього вантажу через склад;
2. Імпортних і каботажних вантажів прибуття з перевалкою всього вантажу по прямому варіанту;
3. Імпортних і каботажних вантажів прибуття із частковою перевалкою вантажу по прямому й складському варіантах;
4. Експортних і каботажних вантажів відправлення з перевалкою всього вантажу через склад;
5. Експортних і каботажних вантажів відправлення з перевалкою всього вантажу по прямому варіанту;
6. Експортних і каботажних вантажів відправлення із частковою перевалкою вантажу по прямому й складському варіантах.

Така класифікація ТПК та їхніх моделей обумовлена тим, що спосіб функціонування ТПК із 1 по 3 істотно відрізняється від ТПК із 4 по 6. У першому випадку на ТПК прибуває вже сформована суднова партія, яка має певну величину й структуру (вантажний план судна, що складається з окремих партій вантажу). У другому випадку суднова партія відправляється з порту, вона попередньо комплектується як по величині, так і за структурою в міру завезення вантажів у порт суміжними видами транспорту. Хоча моделі 1 і 2 можна розглядати як окремі по відношенню до моделі 3, а 4 і 5 – відносно 6, однак на їх необхідно реалізувати як самостійні моделі. Це викликано тим, що їхнє відповідне ад'єктивування приводить до значного збільшення трудомісткості розрахунків і витрат часу при виконанні обчислювальних експериментів.

Параметри моделі можна умовно розділити на керовані (які варіюються) і розрахункові. До керованих параметрів віднесені параметри, які на практиці піддаються цілеспрямованій зміні. У розглянутих моделях це: кількість ТЛ на МВФ, кількість ТЛ на ТВФ, площа (ємність) складу, кількість і довжина залізничних вантажних фронтів (ЗВФ), які обслуговують ТПК, частота (розклад) подачі вагонів на ЗВФ. Питання про визначення

оптимальних значень цих параметрів виникає при складанні планів поповнення порту ПТО, реконструкції ТПК і припортової станції, розробці «Єдиного технологічного процесу роботи під'їзної колії й станції примикання» (ЄТП). Розрахункові параметри, на відміну від керованих, не задаються, а обчислюються по певному алгоритму залежно від прийнятих значень керованих параметрів.

Така класифікація параметрів ТПК досить умовна, так як той самий параметр залежно від розв'язуваного завдання може бути як керованим, так і розрахунковим.

Область зміни значень керованих параметрів визначається в такий спосіб:

кількість ТЛ на МВФ змінюється від кількості ТЛ, яка необхідна для освоєння прогнозованого вантажообігу ТПК до верхньої границі концентрації ТЛ на судні;

кількість ТЛ на ТВФ змінюється від кількості ТЛ, яких необхідно для освоєння прогнозованого вантажообігу ТПК до максимально можливого на даному фронті кількості ТЛ, обумовленого з урахуванням розмірів ТВФ, фронту роботи однієї ТЛ, кількості дверей і ліфтів на складі;

частота подачі вагонів на ЗВФ і їхні параметри змінюються від значень, які необхідні для освоєння прогнозованого вантажообігу ТПК до максимально можливих значень, які визначаються конкретними умовами функціонування ТПК і технологією роботи припортової станції;

можливості нарощування площі (ємності) складу визначаються конкретними умовами функціонування ТПК, який моделюють.

Значення керованих параметрів ТПК коливаються в досить великому діапазоні. Тому кількість альтернативних варіантів можливих сполучень (варіантів) значень керованих параметрів велике й дорівнює

$$N = \prod_{i=1}^m N_i,$$

де N_i – кількість розглянутих значень i -го керованого параметра, $i = \overline{1, m}$.

Хоча ці варіанти відрізняються друг від друга значеннями керованих параметрів, однак кожний передбачає необхідність освоєння прогнозованого вантажообігу. Завдання оптимізації параметрів ТПК полягають у виборі з безлічі альтернативних варіантів такого сполучення значення керованих параметрів, для якого показник ефективності процесу функціонування ТПК прийме найменше значення. Як такий показник прийнятий економічний критерій – мінімум сумарних наведених витрат по порту й рухомому складу суміжних видів транспорту за час їхнього перебування в порту.

При імітаційному моделюванні роботи ТПК, алгоритм який реалізує модель, відтворює по елементарних явищах процес функціонування реальної системи в часі, зберігаючи їхню логічну структуру й послідовність протікання.

Модель 1 складається із блоків, представлених на рис. 1, 2, 5, 6, 7, 10;

модель 2 – із блоків, представлених на рис. 1, 3, 4, 10;

модель 3 – із блоків, представлених на рис. 1, 2, 3, 5, 6, 10;

модель 4 – із блоків, представлених на рис. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10;

модель 5 – із блоків, представлених на рис. 1, 3, 4, 8, 10;

модель 6 – із блоків, представлених на рис. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

За допомогою моделей можна одержати інформацію про різні характеристики ТПК як в окремі моменти часу, так і в сумарному розрізі. У моделях ТПК представлені основні технологічні процеси, що протікають у реальній системі:

до ТПК для обробки надходять морські судна й залізничні поїзди; інтенсивність завантажно-розвантажувальних робіт (ЗРР) по варіанту «судно-склад» і назад визначається кількістю й продуктивністю ТЛ на МВФ;

інтенсивність ЗРР по варіантах «судно-вагон», «склад-вагон» і назад визначається спроможністю по переробці ЗВФ, яка розраховується з врахуванням кількості й продуктивності ТЛ, кількості й довжини ЗВФ, частоти (розкладу) подачі вагонів на ЗВФ;

транспортні засоби, що надходять для обробки на ТПК можуть застати його зайнятим, у цьому випадку вони очікують початку обробки й фіксується час очікування;

якщо під час розвантаження судна на ТПК прибуває поїзд із порожніми вагонами, то він направляється для завантаження по прямому варіанту;

якщо під час завантаження судна прибуває поїзд із завантаженими вагонами, то по прямому варіанту обробляються тільки ті вагони, які містять партії вантажів, що відповідають портам розвантаження даного судна (його вантажному плану);

склад здійснює приймання, накопичення й відправлення вантажу. Площа (місткість) складу й окремих його частин, яка спеціалізуються на зберіганні окремих найменувань (партій) вантажів, обмежена. Тому транспортні засоби, що надходять на обробку в період згущеної подачі можуть простоювати через відсутність вільної площі (вантажів) на складі.

У алгоритмі що моделює, передбачені наступні випадки простою суден:

причал зайнятий раніше прибулим судном;

немає вільної складської площі та порожніх вагонів (при розвантаженні);

немає вантажу на складі й вагонів з вантажем для завантаження даного судна (при завантаженні);

відсутній залізничний рухомий склад (при прямому варіанті);

діють метеорологічні перешкоди.

У алгоритмі, що моделює, передбачені наступні випадки простою вагонів:

ЗВФ зайнятий обробкою раніше прибулого поїзда;
немає вільної складської площі та порожнього судна у причалі, для приймання вантажу (партії вантажу), яка перебуває на поїзді (при розвантаженні);

немає вантажу на складі й судна з вантажем у причалі (при завантаженні);

відсутні судна (прямий варіант);

діють метеорологічні перешкоди.

Для моделювання роботи ТПК використовується принцип «особливих подій» [5]. Здійснення цього принципу при програмній реалізації істотно скорочує час рішення завдання, тому що в розрахунках пропускають періоди, коли параметри системи не змінюються. У розглянутій моделі такими подіями є:

прихід транспортних засобів під обробку;

початок обробки транспортного засобу;

завершення обробки транспортного засобу;

початок обробки партії вантажу;

закінчення обробки партії вантажу;

повне заповнення складу вантажами;

повне спорожнювання складу від вантажів;

початок дії метеорологічних перешкод;

завершення періоду моделювання.

Процес функціонування ТПК має складний імовірнісний характер, який обумовлений впливом на систему як зовнішніх, так і внутрішніх випадкових факторів, досить різноманітних по своїй природі й ступеню впливу. У якості таких факторів у моделі прийняті:

інтервали часу між послідовними моментами прибуття суден під обробку;

параметри (тип) прибулого судна;

кількість вантажу на судні й структура його вантажного плану;

інтенсивність ЗРР;

інтервали часу між послідовними моментами прибуття поїздів (подач вагонів) під обробку;

кількість вагонів у поїзді та його структурний склад по видах вагонів і вантажів;

завантаження складу на початок періоду моделювання;

затримки в обробці транспортних засобів через метеорологічні перешкоди.

Як період моделювання (однієї реалізації процесу) приймається один рік роботи ТПК. Для забезпечення заданої точності розрахунків кількість реалізацій процесу який моделюють повинен бути досить великим [5]. У зв'язку з тим, що робота ТПК може характеризуватися декількома показниками, збіжність процесу моделювання оцінюється по стійкості показника, що має найбільший коефіцієнт варіації.

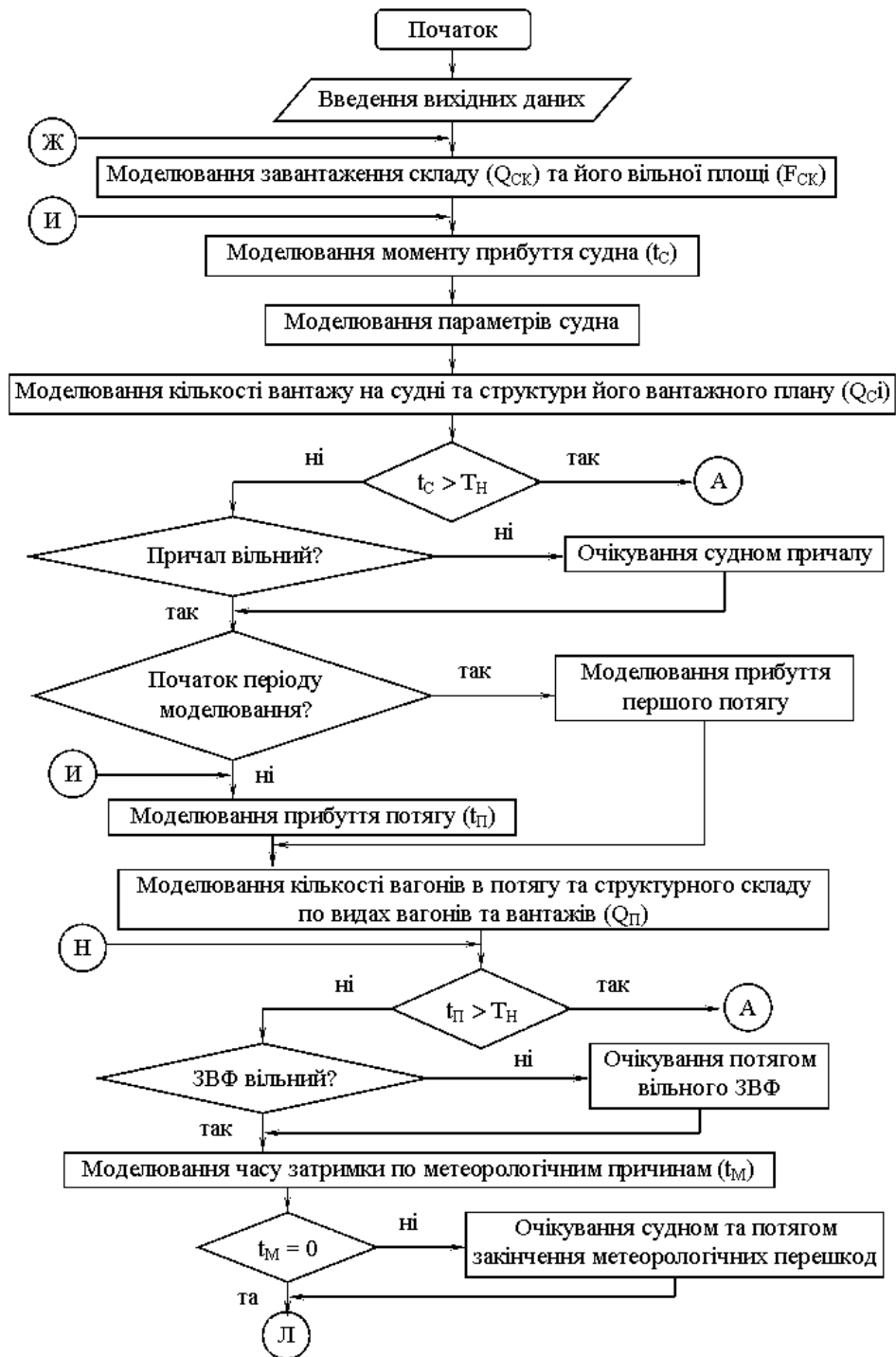


Рис. 1

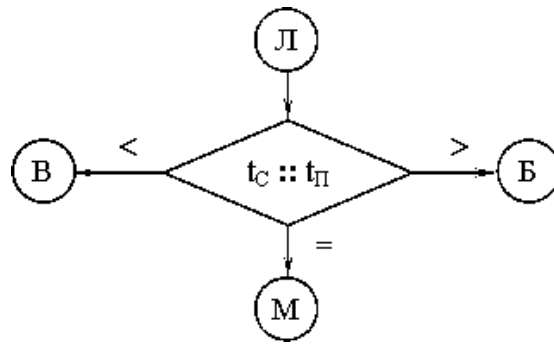


Рис. 2

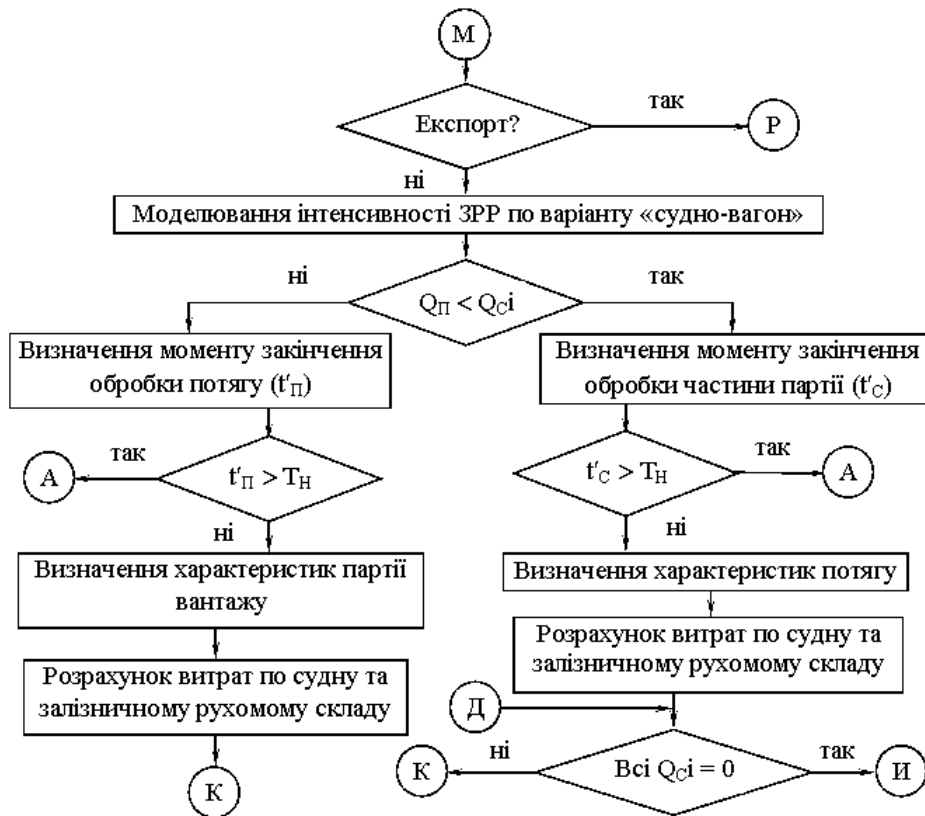


Рис. 3

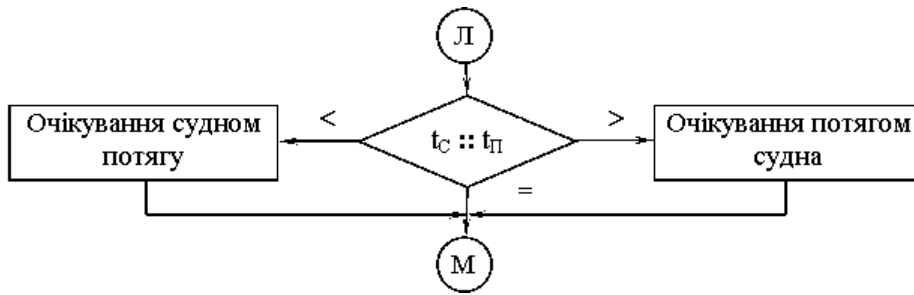


Рис. 4

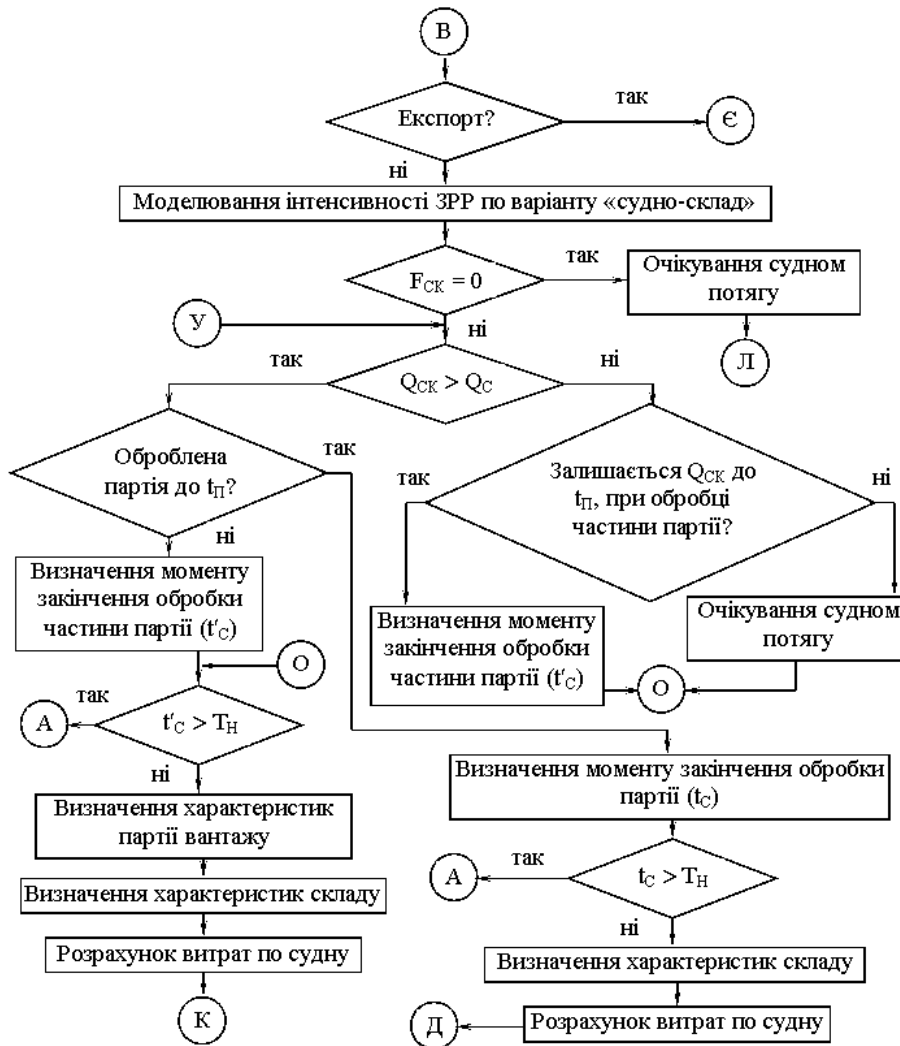


Рис. 5

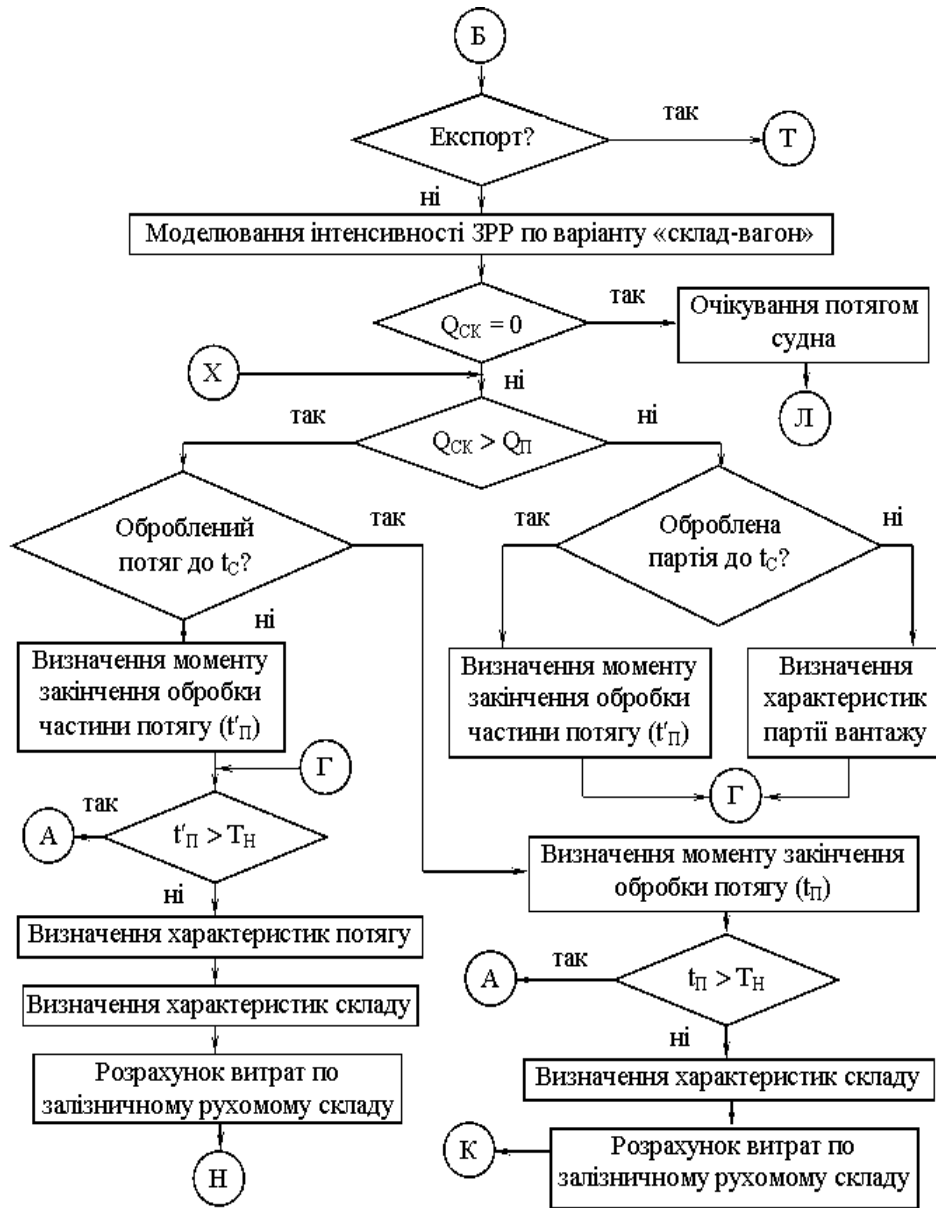


Рис. 6

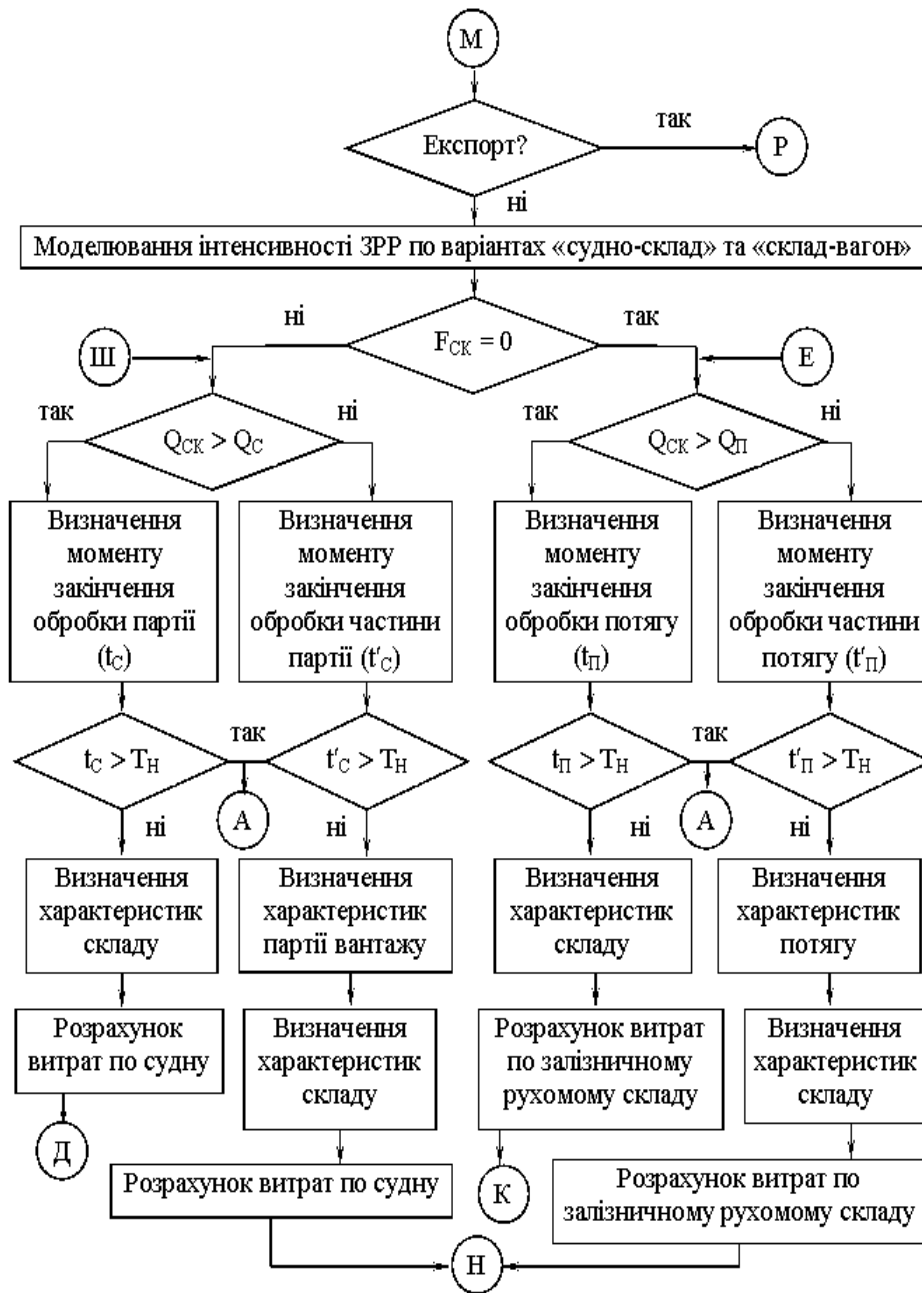


Рис. 7

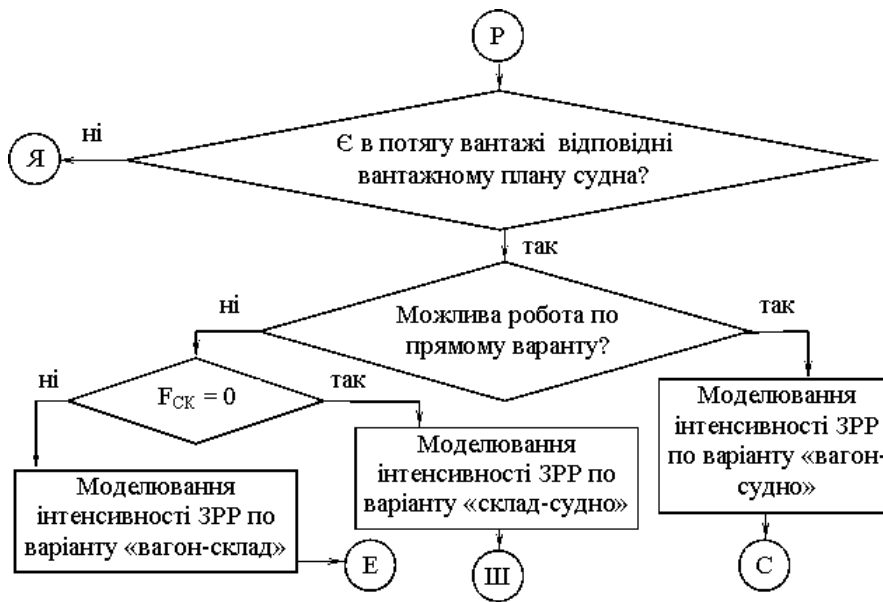


Рис. 8

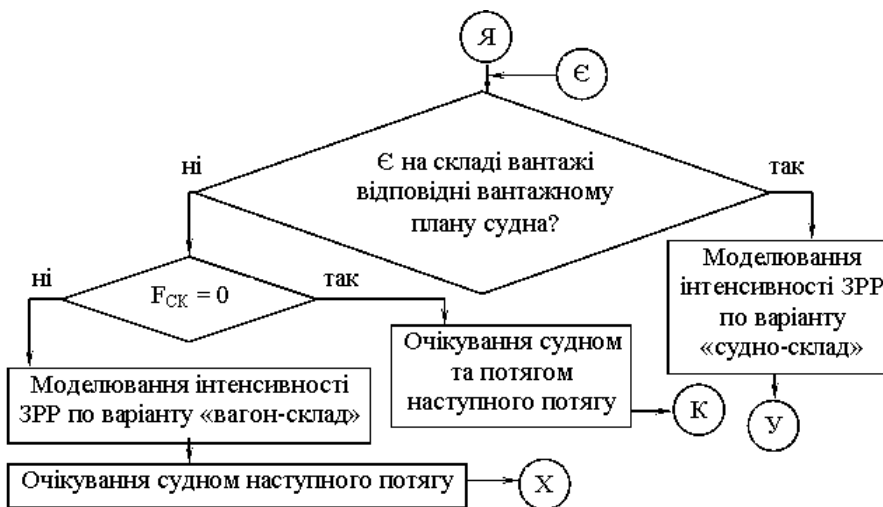


Рис. 9

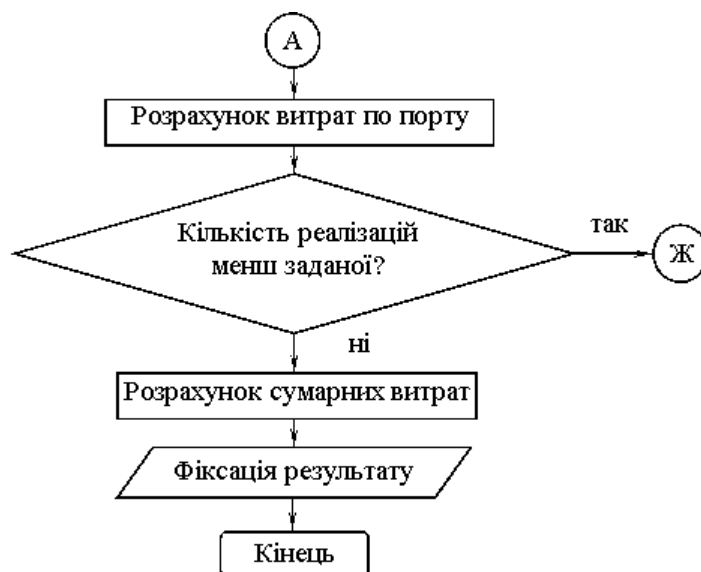


Рис. 10

Результати досліджень. Запропоновано алгоритм побудови комплексу імітаційних динамічних моделей на підставі компонування окремих складових процесу їх роботи. Наведені блок-схеми дозволяють врахувати особливості здійснення ЗРР, побудувати моделі для розрахунку оптимальних параметрів будь-яких ТПК універсального призначення та охопити повний комплекс операцій, які здійснюються на них.

Висновки. При розрахунках оптимізація параметрів ТПК може здійснюватися не тільки за економічним критерієм, але й з обліком наступних техніко-економічних показників, обумовлених для кожного варіанта: валової інтенсивності обробки суден у порту; тривалості знаходження суден, поїздів (потягів) і вагонів під ЗРР і на простої; тривалість простою суден через неподання поїздів; кількість оброблених за рік суден і поїздів. Збіжність процесу моделювання оцінювалася на підставі одного показника – сумарних наведених витрат, при цьому кількість реалізацій процесу що моделює для одного ТПК повинна складати не менш 500.

Сучасний морський торговельний порт, як правило, складається із сукупності ТПК (терміналів) різної спеціалізації. На базі запропонованих імітаційних динамічних моделей роботи ТПК, як програмних модулів, можна скомпонувати імітаційну модель будь-якого конкретного порту, на базі якої можна вирішувати завдання, пов'язані з оптимізацією параметрів не тільки окремих ТПК (терміналів), але й порту в цілому. За допомогою запропонованих моделей можна так само досліджувати вплив надійності використовуваного ПТО на значення параметрів ТПК. Однак докладне обговорення цих питань виходить за рамки цієї роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дукельский А.И., Страхов В.М. Технично-экономическое обоснование выбора портовых перегрузочных машин // *Тр. ЦНИИЭВТ.* – Вып. 128. – М.: Транспорт, 1977. – 62 с.
2. Суколенов А.Е. Методика обоснования на ЭВМ оптимальной механовооруженности причалов // *Тр. ЦНИИЭВТ.* – Вып. 85. – М.: Транспорт, 1972. – 199 с.
3. Зильдман В.Я., Поддубный Г.В. Влияние резервов складских емкостей на простой транспортных средств в порту при отсутствии оперативного регулирования потоков грузов // *Экономика и математические методы.* Т. IX. – Вып. 6. – М.: Наука, 1973. – С. 1094-1106.
4. Малаксиано А.А., Тихонин В.И. Статистическое моделирование обслуживания транспортных средств в порту // *Зб. наук. праць НУК.* – Миколаїв: НУК, 2004. – № 2 (395). – С. 142-151
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 355 с.
6. Бакаев А.А., Костина Н.И., Яровицкий Н.В. Исследование поведения системы нефтебаза – морской порт методом статистического моделирования // *Первая Всесоюзная конференция по оптимизации и моделированию транспортных сетей: Сб. стат. Ин-т кибернетики АН УССР.* – Киев, 1967. С. 70-75.
7. Щелканов А.Г. Моделирование и оптимизация процесса перевалки на ЭВМ // *Первая Всесоюзная конференция по оптимизации и моделированию транспортных сетей: Сб. стат. Ин-т кибернетики АН УССР.* – Киев, 1967. – С. 107-109.
8. Ананьина В.З. Оптимальная организация перегрузочного процесса в морских портах: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Киев, 1979. – 46 с.
9. Дидорчук Н. П., Орловский П. Н. Структура динамической модели: морской торговый порт – железнодорожная припортовая станция // *Совершенствование экономики и управления морским транспортом.* – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1986. – С. 88-90.
10. Романовский Ф.Д., Бреговский А.М. Методика комплексной оптимизации параметров технологических перегрузочных комплексов универсального назначения // *Морские гидротехнические сооружения и их оборудование.* – М.: ЦРИА «Морфлот», 1981. – С. 115-119.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2018 р.

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОНЯТИЙНОГО АППАРАТА
В БАРЖЕБУКСИРНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ****О.В. Щербина**ассистент, аспирант кафедры
«Эксплуатация флота и технология морских перевозок»
*olahome@rambler.ru**Одесский национальный морской университет*

Аннотация. В работе проводится аналитический обзор терминологии, применяемой в международной и отечественной практиках баржебуксирных перевозок. Установлена неоднозначность и противоречивость применения некоторых терминов, а также определено отсутствие в отечественной литературе синонимов и четкого понимания некоторых зарубежных концепций. Кроме того, выявлено отсутствие научных исследований в области рассматриваемой тематики. В связи с этим целью статьи является уточнение и обобщение понятийного аппарата, применяемого при эксплуатации баржебуксирного флота.

Ключевые слова: составные суда, баржебуксирные перевозки, энергетический и грузовой модули, терминология.

**АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПОНЯТІЙНОГО АПАРАТУ
В БАРЖЕБУКСИРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ****О.В. Щербина**асистент, аспірант кафедри
«Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»
*olahome@rambler.ru**Одеський національний морський університет*

Анотація. У роботі проводиться аналітичний огляд термінології, яку використовують в міжнародній та вітчизняній практиках баржебуксирних перевезень. Встановлено неоднозначність і суперечливість застосування деяких термінів, а також визначена відсутність у вітчизняній літературі синонімів і чіткого розуміння деяких зарубіжних концепцій. Крім того, виявлена відсутність наукових досліджень в області розглянутої тематики. У зв'язку з цим метою статті є уточнення і узагальнення понятийного апарату, що застосовується при експлуатації баржебуксирного флоту.

Ключові слова: складові судна, баржебуксирні перевезення, енергетичний і вантажний модулі, термінологія.

UDC 656.621/626

**ANALYTICAL REVIEW OF THE UNDERSTANDING APPLIANCE
IN BARZHEBUKSYR TRANSPORTATION**

O.V. Shcherbina

Assistant, post-graduate student
Department «Fleet Operations and Maritime Technology»
olahome@rambler.ru

Odessa National Maritime University

Abstract. *The article provides an analytical overview of the terminology used in international and domestic practices of the tugbarge transport. The ambiguity and inconsistency of the application of certain terms are established, and the absence in the domestic literature of synonyms and a clear understanding of some foreign concepts are determined. In addition, there is a absence of scientific research in the field of the topic under consideration. In this regard, the purpose of the article is to clarify and generalize the conceptual apparatus used in the operation of the tugbarge fleet.*

Keywords: *composite vessels, tugbarge transport, energy and cargo modules, terminology.*

Вступление. При изучении международной и отечественной практик работы баржебуксирных судов (ББС), пришли к выводу о различии в применяемой терминологии. Следовательно, детальное исследование в данной области является актуальным и целесообразным для проведения обобщения опыта и научных знаний с целью создания теоретической базы для разработки методик по улучшению организации работы баржебуксирных судов.

Анализ литературы. Организации работы ББС посвящены труды многих отечественных и зарубежных авторов. Однако, в них не освещается вопрос, связанный исследованиями понятийного аппарата, применяемого в теории и практике баржебуксирных перевозок.

Цель исследования, постановка задачи. Целью настоящего исследования, является анализ и систематизация терминологии, применяемой в международной и отечественной практиках перевозок грузов баржебуксирным флотом.

Материалы исследования. Противоречия наблюдаются не только с точки зрения толкования применяемых терминов, но и с точки зрения лингвистики. Еще в начале исследования столкнулись с противоречием в написании термина «баржебуксирные». В исследуемых отечественных литературных источниках встречаются написания термина как «буксирнобаржевые», «барже-буксирные», «барже буксирные», а также «баржебуксирные». В настоящей работе принимаем последний вариант, как написание по правилу сложных существительных, образованных с помощью соединительной гласной.

Переходя к сути исследования, следует отметить, что баржебуксирные суда (ББС) являются одним из перспективных видов транспорта при эксплуатации как в условиях ограниченного, так и неограниченного района плавания. В литературе встречается также обобщающий термин «составные суда (СС)». Концепция создания составных судов основана на возможности разделения судна на отдельные модули (грузовой (ГМ) и энергетический (ЭМ)) с целью повышения эффективности перевозок [1]. Некоторые авторы в качестве термина «грузовой модуль» употребляют «функциональный модуль» [2].

Некоторые авторы считают понятия терминов «баржебуксирное судно» и «составные суда» как два различных понятия [3]. Объясняется это тем, что первоначально «общесудовые параметры баржи и буксира в ББС не согласованы между собой, а соединение судов в состав осуществляется с помощью тросов, кранцев и т.п.». Тогда как «морские составные суда в отличие от баржебуксирных составов представляют собой единый блок из специально спроектированных для совместной работы в морских условиях двух секций – грузовой и машинной со значительной степенью согласования гидродинамических и других общесудовых характеристик». В результате такие суда становятся достаточно пригодными для обеспечения безопасной эксплуатации в морских условиях. При этом «баржи» и «буксир» не считаются грузовым и машинным модулями одного судна, а как два самостоятельных судна.

Наибольшее распространение получили такие составные судна, как баржебуксирные суда, составные теплоходы и лихтеровозные суда (рис.1).



Рис. 1. Классификация составных судов

Следует отметить принципиальные отличия между различными типами составных судов.

Баржебуксирные суда, представляют собой составленное из двух самостоятельных частей судно (самоходной и несамоходной). Самоходная часть – представляет собой энергетическую секцию и определяется термином «буксирное судно». Несамоходная часть является грузовой секцией и определяется терминами «баржа» или «секция», которые раз-

личаются по форме корпуса. Также, синонимом термину «баржебуксирное судно» принято считать термин «баржебуксирный состав».

Под классическим обобщенным термином «баржа» понимается судно, оснащенное или не оснащенное двигателем, которое используется для перевозки грузов по воде, а термин «буксирное судно» – определяет самоходную часть состава, вместе с помещением для команды и может быть в виде буксирного многоцелевого судна или специального буксирного модуля. Однако когда речь идет о баржебуксирных судах – баржи и секции представляют собой несамоходные грузовые суда.

Таким образом, самоходную часть ББС в отечественной теории и практике принято называть «энергетическим модулем» или «машинным модулем», а также «тягой», а несамоходную – «грузовым модулем», «функциональным модулем», а также – «тоннажем».

Под термином «буксировка» в общем смысле подразумевается транспортировка несамоходных судов (грузовых элементов – баржа, секция или состав) самоходным (энергетическим элементом – буксирным судном). При буксировке самоходное судно перемещает за собой на тросе состав из одной или нескольких несамоходных судов, сцепленных определенным образом. При толкании несамоходные суда формируют в жесткий или изгибаемый состав, который размещается перед самоходным судном, приводящим его в движение.

При этом под термином «состав» следует понимать комплект соединенных между собой барж. Баржи, соединенные «борт о борт» представляют собой «счал». При этом, в составе из нескольких счалов, отсчет ведется от буксирного судна. Самоходное судно в сочетании с несамоходным составом называются «караваном».

С развитием баржебуксирных перевозок в зависимости от способа приведения состава в движение (буксировка и толкание) в литературе стали встречаться следующие термины: «буксир», «тягач», «толкач», «буксир-толкач». Данные термины являются разновидностью обобщенного понятия «буксирное судно» в зависимости от способа транспортировки и типа самоходного судна. Под терминами «буксир» или «тягач» понимается самоходное судно предназначенное для буксировки барж, составов из барж, других судов и плавсредств (как правило, выполняющее буксировку судна на тросе «за собой»). «Толкач» и «сухогрузное судно – толкач» – самоходные суда осуществляющие буксировку состава методом толкания. «Буксир-толкач» – это самоходное судно, предназначенное для транспортировки составов из барж, как методом буксировки, так и методом толкания [4].

К понятию «буксирное судно» также относят термин «сухогрузное судно – толкач». Суда, у которых в качестве ЭМ выступает сухогрузное судно, отнесены к такому типу составных судов, как составной теплоход. Кроме того встречаются и другие названия такого составного судна: «самоходный состав», «комбинированный состав». Грузовой модуль в таком составе имеет название «баржа-приставка» [3].

Если в качестве буксирного судна выступает буксир, то такой состав называется «буксируемое баржебуксирное судно», если в качестве ЭМ используют толкач, то состав называется «толкаемое баржебуксирное судно». В зарубежной практике, ББС, в которых баржи тянутся буксиром на тросе, принято называть «Dual Mode», а те, что толкаются – «Pushing Mode» [5].

Наиболее распространенные суда, выступающие в роли ЭМ составных судов, представлены на рис. 2.

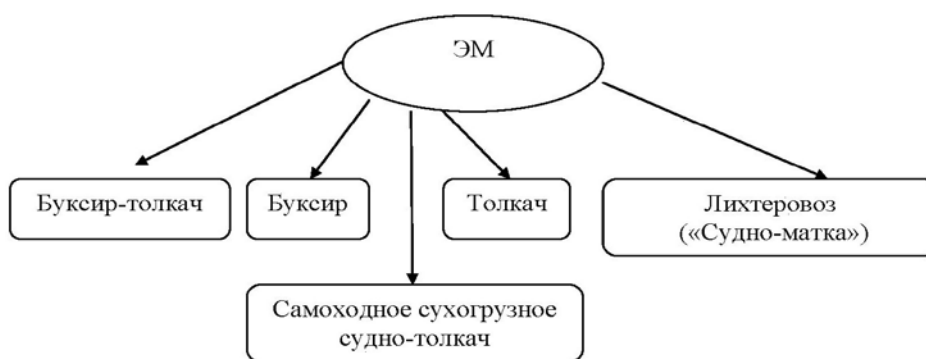


Рис. 2. Типы энергетических модулей составных судов

В качестве ЭМ для ББС рассматриваются только буксир, толкач или буксир-толкач. Самоходное сухогрузное судно-толкач является элементом СС такого как составной теплоход, а лихтеровоз – элемент лихтеровозного судна.

На рис. 3 представлены технические средства, которые рассматриваются в качестве ГМ составных судов.



Рис. 3. Типы грузовых модулей составных судов

Таким образом, баржебуксирный флот состоит из элементов, представленных на рис. 4.

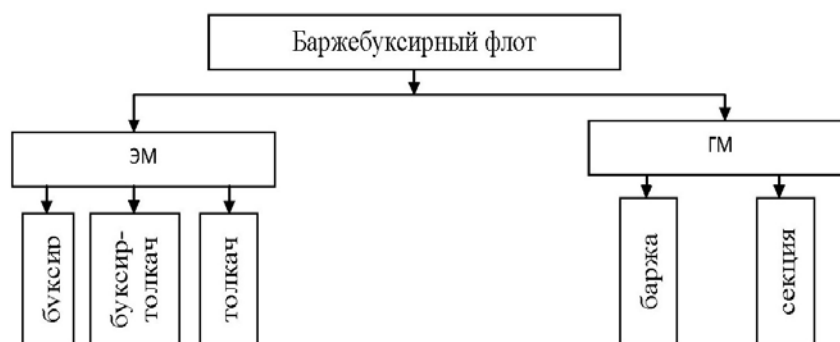


Рис. 4. Функциональные элементы баржебуксирного флота

Синонимами понятию «баржебуксирное судно» (ББС), используемые в зарубежной практике, является понятие «Integrated Tug-Barge (ITB)» и «Articulated Tug-Barge (ATB)». Концептуальная разница между ними заключается в техническом и организационном использовании судов. Как правило, эти понятия связывают с типом счала, определяющие гидродинамическую эффективность состава в целом, но не менее значимым являются организационные аспекты [7-9].

Integrated Tug-Barge соответствует концепции «энергетический модуль (ЭМ) – толкач» [2]. Форма корпуса делает такое судно слабо приспособленным для самостоятельного плавания, особенно при применении жесткого счала. По аналогии в названии некоторых отечественных изобретений встречается термин «модульно-интегральный баржебуксирный состав» [6].

Articulated Tug-Barge соответствует концепции «ЭМ – морской буксир», что предполагает использование преимущественно шарнирных счалов, которые способны обеспечить корпусу ЭМ ходовые и мореходные характеристики, достаточные для самостоятельного плавания при балластных переходах [2].

Для обобщенного термина «баржа буксирное судно» синонимом в зарубежной практике выступает термин «Tug-Barge System» (TBS).

Как правило, при организации работы ББС используют систему «drop and swar» (в отечественной практике такая система называется «вертушка»), которая предусматривает следующее: несколько барж работают с меньшим количеством буксиров. Для одного буксира необходимо как минимум три баржи. Пока буксир транспортирует одну баржу, две другие находятся в портах отправления и назначения.

Разновидностью этой системы является «River Sea Pusher System (RSPS)», под которой понимается новая концепция для транспортировки грузов между европейскими внутренними и морскими портами. Концепция заключается в том, что баржа перемещается от пункта отправления до назначения. На морском участке баржа работает в паре с морским ЭМ, на

реке – речным ЭМ. Груз остается в трюме баржи, без перегрузки в морском порту. Система обеспечивает альтернативу для каботажного судоходства и паромных перевозок. Предполагается, что система состоит как минимум из двух барж, одного речного толкача и одного морского толкача [10; 11].

В отечественной практике баржи предназначены преимущественно для массовых грузов, тогда как в зарубежной – наиболее распространенное в последнее время использование для перевозки трейлеров, автомобилей, грузовиков и контейнеров в пределах интермодальных перевозок.

Изменения в технологии перевозок повлекли за собой появление новых терминов и понятий. Например, «Container on barge (COB)» – обозначает контейнер на барже, что является формой интермодального грузового транспорта, при котором контейнеры укладываются на баржу и отправляются в пункт назначения на внутреннем водном пути [11; 12].

Вывод. В ходе анализа международной и отечественной практик работы судов в баржебуксирной транспортно-технологической системе пришли к следующему выводу:

- а) отсутствует единый международный общепринятый понятийный аппарат;
- б) установлена неоднозначность и противоречивость применения некоторых терминов;
- в) отсутствует четкое понимание и описание применяемых терминов в отечественной литературе в связи с чем в исследовании была поставлена цель изучить основные отечественные и зарубежные концепции баржебуксирных судов, и провести параллели в применяемой терминологии.

Таким образом, в настоящей работе рассмотрены общие понятия и термины, используемые в отечественной и международной практике баржебуксирных перевозок. Они систематизированы и определены для дальнейшего применения.

Ожидается, что полученные в процессе исследования результаты будут способствовать развитию научно-теоретической базы в вопросах организации и функционирования баржебуксирной транспортно-технологических системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. *History. Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <http://www.articouple.com/16-history.html>*
2. *Мытник Н.А. Морские составные суда: упущенные возможности отечественного флота и надежды на возрождение [Электронный ресурс] / Н.А. Мытник – Режим доступа до ресурсу: <http://www.dniimf.ru/ru/news-composite-ships>*

3. Богданов Б.В., Алчуджан Г.А., Жинкин В.Б. Проектирование толкаемых составов и составных судов. – Л.: Судостроение, 1981. – 224 с.
4. Богданов Б.В., Слуцкий А.В., Шмаков М.Г., Васильев К.А., Соркин Д.Х. Буксирные суда (проектирование и конструкция). – Ленинград: Судостроение, 1974. – 280 с.
5. Navigation and vessel inspection. Circular NO. 2 - 8 1 change included. Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <https://media.defense.gov/2017/Jul/25/2001782633/-1/-1/0/N2-81.PDF>
6. Брынцев А.М. Модульно-интегральный барже-буксирный состав // Патент № 2488512 [Электронный ресурс] / А.М. Брынцев – Режим доступа до ресурсу: <http://www.findpatent.ru/patent/248/2488512.html>.
7. Integrated tug barge (ITB) / Tug/Barge Unit (TBU). <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/itb.htm>
8. Robert P. Hill. The articulated tug/barge - AT/B (The History and State of the Art). Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <https://oceantugbarge.com/about-the-atb/13-atb-history>
9. The AT/B vs. The ITB (Integrated Tug/Barge). Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <http://www.oceantugbarge.com/about-the-atb/33-atb-vs-itb>
10. Stoop J. A., Duinkerken M. B. Safe and swift performance, a conceptual assessment of a new River Sea Pusher System. Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: http://www.repository.tudelft.nl/.../MTS_12397359081067...
11. Zhan Li, Yu Yang. System Analysis of River-Sea Container Transportation for Overseas Trade in the Yangtze Valley. Marine Technology, Vol. 26, No. 4, Oct. 1989, pp. 282-288. Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <http://www.sname.org/.../System/DownloadDocument>
12. Container barge feeder service study. Electronic Version for Distribution Via the World Wide Web. Режим доступа: <http://www.ct.gov/dot/LIB/dot/Documents/dpolicy/barge/BargeReport.pdf>

Стаття надійшла до редакції 26.03.2018 р.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА АРЕНДОВАННЫХ СУДОВ**

Н.В. Судник

к.э.н., доцент кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»
nadya1975@ukr.net

Одесский национальный морской университет

***Аннотация.** Формулируются задачи, которые необходимо решать компаниям, оперирующим арендованным тоннажем. Предлагаются модели обоснования принимаемых решений по видам (сегментам рынка) отфрахтования тайм-чартерных судов. Показаны особенности формирования доходов и расходов арендатора, эксплуатирующего суда в различных сегментах фрахтового рынка.*

***Ключевые слова:** тайм-чартер, сегменты рынка, модели оценки, фрахт, арендная ставка, оператор судна, судовой менеджер.*

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕФЕКТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОРЕНДОВАНИХ СУДЕН**

Н.В. Судник

к.е.н., доцент кафедри «Експлуатація флоту та технологія морських перевезень»
nadya1975@ukr.net

Одеський національний морський університет

***Анотація.** Формуються задачі, які мають вирішувати компанії, що оперують орендованим тоннажем. Пропонуються моделі обґрунтування ухвалення рішень з видів (сегментів ринку) відфрахтування тайм-чартерних суден. Показано особливості формування доходів та витрат оператора з експлуатації суден в різних сегментах фрахтового ринку.*

***Ключові слова:** тайм-чартер, сегменти ринку, моделі оцінки, фрахт, орендна ставка, оператор судна, судновий менеджер.*

UDC 656.614.3.076.3

**SUPPORT
EFFICIENT MANAGEMENT OF RENTAL VESSELS**

N.V. Sudnyk

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
of the Department «Fleet Operations and Marine Transportation Technology»
nadya1975@ukr.net

Odessa National Maritime University

Abstract. *The problems which are to be settled by companies operating the time-chartered tonnage are determined. There are models which help to make a decision of using the rented tonnage in different segments of freight market (kinds of chartering). The specialties of forming the incomes and expenses of the operating company in different segments of market are shown.*

Keywords: *time-charter, segments of market, freight, operator of vessel, manager of vessel, estimation models.*

Введение. Эксплуатация морского транспорта на фрахтовом рынке всегда сопровождается необходимостью принятия решений по обеспечению его работой. Особую роль такие задачи играют в деятельности компаний, оперирующих арендованным тоннажем и преследующих цель максимизировать эффективность своего бизнеса.

Анализ последних исследований и публикаций. В последнее время в некоторых работах [1], посвящённых тайм-чартерной аренде судов и, в частности, их оперированию особо подчёркивается, что в Украине с недавнего времени функционируют компании, которые занимаются новой для отечественной практики формой судового менеджмента. Большинство теоретических исследований посвящённых тайм-чартерному фрахтованию судов [2; 3; 4] базируется на условиях эксплуатации морского тоннажа ещё советскими пароходствами, т.е. в иной системе хозяйствования. В других работах [5; 6; 7; 8], близких по рассматриваемой в статье теме, с других позиций оценивается эффективность работы судов на условиях тайм-чартера; в них не учитываются особенности фрахтовых операций с арендованными судами, которые проводятся на так называемом «вторичном» рынке.

Постановка задачи. В последние годы на фрахтовом рынке Украины активно стали работать операторские компании эксплуатирующие тайм-чартерный тоннаж. Эта форма использования арендованных судов преследует цель получения максимальной прибыли при их отфрахтовании на различных рынках. Данные задачи для таких компаний являются основополагающими и в работе сделана попытка смоделировать процесс их решения при отфрахтовании судов в различных сегментах фрахтового рынка.

Материалы и результаты исследования. Как известно, кроме арендаторов, обеспечивающих тайм-чартерными судами перевозки собственных грузов, на рынке активно работают компании-операторы, строящие на перефрахтовании заблаговременно арендованных судов особый морской бизнес. Их финансовый интерес сводится к получению прибыли, формируемой за счет разницы доходов при отфрахтовании взятых в аренду судов и затрат по оплате аренды и текущих эксплуатационных расходов. Поэтому компании-операторы нацелены на оптимизацию доходов и затрат по эксплуатации судов в определенных сегментах рынка, стремясь за счет этого в итоге получить максимальный эффект от такой коммерческой деятельности.

Доходы компании формируются из финансовых поступлений при отфрахтования судов на условиях рейсового чартера и сдачи их в тайм-чартер

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{m=1}^M D_m + \sum_{z=1}^P D_z, \quad (1)$$

где D_m – доходы (фрахт) от работы m -го судна в рыночном сегменте рейсового фрахтования;

D_z – доходы (арендные платежи) от сдачи z -го судна в субаренду.

Доходы от работы n_m судов в сегменте рейсового фрахтования и соответственно n_z в сегменте субаренды за период Δ определяются по следующим формулам:

$$\sum_{m=1}^M D_m = \sum_{m=1}^M f_m T'_m, \quad (2)$$

где f_m – суточная доходная ставка m -го судна в сегменте рейсового фрахтования;

$$\sum_{z=1}^P D_z = \sum_{z=1}^P A_z^c T'_z, \quad (3)$$

где A_z^c – суточная тайм-чартерная ставка по z -му судну в сегменте тайм-чартерной субаренды.

Тогда модель общих доходов компании от комбинированного использования в различных сегментах рынка всех n судов примет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{m=1}^M f_m T'_m + \sum_{z=1}^P A_z^c T'_z = \sum_{m=1}^M \sum_{z=1}^P f_m A_z^c T'_{m,z}, \quad (4)$$

Если компания часть взятых в тайм-чартер судов будет эксплуатировать в сегменте рейсового фрахтования n_m , а остальные – сдавать в тайм-чартерную субаренду n_z , соблюдая при этом условие $n = n_m + n_z$, то расходы по оперированию n судами будут такими:

$$\sum_{i=1}^n R_i = \sum_{m=1}^M r_m^n T'_m + \sum_{i=1}^n \eta_i T'_i, \quad (5)$$

где r_m^n – суточные переменные расходы m -го судна при работе в сегменте рейсового фрахтования;

η_i – суточные административно-управленческие расходы по i -му судну.

Критерий интенсивности прибыли, подлежащий максимизации, можно записать таким образом:

$$\Pi_t = \frac{\sum_{i=1}^n D_i - S_2}{T'} \rightarrow \max T, t, \quad (6)$$

При этом

$$S_2 = S_1 \sum_{i=1}^n R_i, \quad (7)$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^n T'A', \quad (8)$$

где S_2 – стоимость (активы) оперируемого флота компанией в очередном году (2-ой период);

S_1 – рыночная стоимость, (активы), контролируемая оператором тайм-чартерного тоннажа на конец периода 1, предшествующего началу его эксплуатации (период 2);

R_i – затраты компании по оперированию i -м судном во 2-м периоде.

В развернутом виде модель контролируемой оператором стоимости флота в период 2 будет иметь следующий вид:

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (A'_i + \eta_i) T'_i + \sum_{m=1}^M r_m^n T'_m, \quad (9)$$

Используя выражения $\sum_{i=1}^n D_i$ и S_2 , целевую функцию максимизации интенсивности прибыли от оперирования тайм-чартерными судами

запишем так:

$$\Pi_t = \sum_{m=1}^M (f_m - r_m^n) + \sum_{z=1}^P A_z^c - \sum_{i=1}^n (A'_i + \eta_i) \rightarrow \max T, t, \quad (10)$$

В зависимости от значения тайм-чартерного эквивалента \mathcal{E}_m как основного обобщающего показателя, характеризующего уровень цен фрахтового рынка и величины спроса на тоннаж в сегментах рынка, возможных вариантов принятия решения может быть три. При этом формулы расчета тайм-чартерного эквивалента для рассматриваемых сегментов рынка будут очень просты:

- для сегмента рейсового фрахтования

$$\mathcal{E}_m^P = f_m - r_m^n, \quad (11)$$

- для сегмента тайм-чартерной субаренды судов

$$\mathcal{E}_m^C = kA_z^C, \quad (12)$$

где k – коэффициент, значение которого можно принять равным 1,13 [4].

При наибольшем значении \mathcal{E}_m по сегменту рейсового фрахтования: оператор принимает решение все n судов эксплуатировать именно в данном сегменте. Тогда целевая функция показателя интенсивности прибыли примет следующий вид:

$$\Pi_t^P = \sum_{i=1}^n f_i - \sum_{i=1}^n (A_i' + \eta_i + r_i^n) \rightarrow \max T, t, \quad (13)$$

При наибольшем значении \mathcal{E}_m по сегменту тайм-чартерной аренды судов оператор принимает решение все n судов сдать в субаренду. Целевая модель интенсивности прибыли будет такой:

$$\Pi_t^C = \sum_{i=1}^n A_i^C - \sum_{i=1}^n (A_i' + \eta_i) \rightarrow \max T, t. \quad (14)$$

В случае, если у операторской компании из-за ограниченного спроса на тоннаж возникают затруднения в использовании всех судов в одном сегменте, она должна принять решение о комбинированном варианте отфрахтования их по сегментам фрахтового рынка. Для этого необходимо провести расчет значений долей участия общих активов оператора соответственно в сегменте рейсового фрахтования α и в сегменте тайм-чартерной субаренды судов β . Они определяются из соотношения величин \mathcal{E}_m по сегментам фрахтового рынка по формулам

$$\alpha = \frac{f_m - r_m^n}{f_m - r_m^n + 1,13A_z^C}, \quad (15)$$

$$\beta = \frac{1,13A_z^c}{f_m - r_m^n + 1,13A_z^c}. \quad (16)$$

Рассчитанные по формулам (15) и (16) значения долей участия тайм-чартерных судов в разных сегментах рынка позволяют определить среднерыночную (среднесеgmentную) величину показателя интенсивности прибыли.

Целевая функция показателя интенсивности прибыли от оперирования арендованными судами с их долевым участием в двух сегментах фрахтового рынка будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \overline{\Pi_i^{p,c}} = & \alpha \left[\sum_{m=1}^M f_m - \sum_{m=1}^M (A'_m + \eta_m + r_m^n) \right] + \\ & + \beta \left[\sum_{z=1}^P A_z^c - \sum_{z=1}^P (A'_z + \eta_z) \right] \rightarrow \max T, t. \end{aligned} \quad (17)$$

Выводы. Проанализирована работа операторских компаний эксплуатирующих тайм-чартерный тоннаж с целью получения максимальной прибыли при их отфрахтовании при различных рынках. Смоделирован процесс решения задачи максимизации прибыли при отфрахтовании судов в различных сегментах фрахтового рынка. Приводятся варианты комбинированного отфрахтования судов по сегментам фрахтового рынка. Рассчитаны значения, позволяющие определить среднесеgmentную величину показателя интенсивности прибыли.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рылов С.И., Коскина Ю.А., Судник Н.В. *Современные тенденции фрахтового бизнеса в Украине // Сб. научн. трудов по материалам научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании».* – Одесса, 2009. – С.43-45.
2. Раховецкий А.Н. *Оперативная фрахтовая деятельность на морском транспорте.* – М.: Транспорт, 1986. – 160 с.
3. Рылов С.И. *Критерии экономической эффективности при фрахтовании судов.* – М.: ЦРИА «Морфлот», 1980. – 65 с.
4. Бурмистров М.М. *Организация фрахтовых и внешнеторговых транспортных операций.* – М.: Транспорт, 1982. – 287 с.
5. Бабкин Е.В., Мартынов А.Л. *Международные фрахтовые и транспортные операции.* – СПб., 2002. – 204 с.

6. Рылов С.И., Коскина Ю.А., Судник Н.В. Выбор судна для тайм-чартерной аренды и критерии эффективности его от фрахтования // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. – Вип. 27. – Одеса: ОНМУ, 2009. – С. 139-145.
7. Berg-Anreassen Jan A. A portfolio approach to strategic chartering decisions // Maritime Policy and Management. – 1998. – Vol. 25. № 4. – P. 375-389.
8. Шутенко В.В. Аренда судов. Вып. 3. – СПб.: Инф. Центр «Выбор», 2003. – 136 с.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2018

УДК 656.615.078.111

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.07>

**ОПТИМІЗАЦІЯ УЗГОДЖЕНОГО УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВАЛКИ ВАНТАЖІВ
У ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ В УМОВАХ РИЗИКУ**

А.О. Мурад'ян

доцент кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»

С.С. Русанова

асистент кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»

Одеський національний морський університет

Анотація. У статті вперше запропонована постановка задачі оптимізації процесу перевалки вантажів у транспортних вузлах, заснована на логістичній концепції «точно в строк», визначений конструктивний підхід до моделювання задачі й наведені її оригінальні економіко-математичні моделі із вказівкою методів реалізації. Також обґрунтована необхідність при постановці задачі оптимізації ППВ на етапі оперативного управління урахування фактору якості інформації щодо вхідних у ЗТВ вантажопотоках та рухомого складу. Показано, що цей фактор дає уявлення про ступінь стійкості параметрів управління і дозволяє в підсумку розглядати задачу, що характеризується, в умовах ризику і в детермінованій постановці.

Ключові слова: загальнотранспортні вузли, процес перевалки вантажів (ППВ), постановка задачі управління ППВ.

УДК 656.615.078.111

**ОПТИМИЗАЦИЯ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗОВ
В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ В УСЛОВИЯХ РИСКА**

А.О. Мурадян

доцент кафедры «Эксплуатация портов и технология грузовых работ»

С.С. Русанова

асистент кафедры «Эксплуатация портов и технология грузовых работ»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В статье впервые предложена постановка задачи оптимизации процесса перевалки грузов (ППГ) в транспортных узлах, основанная на логистической концепции «точно в срок», определен конструктивный подход к моделированию задачи и приведены ее оригинальные экономико-математические модели с указанием методов реализации. Также обоснована необходимость при постановке задачи оптимизации ППГ на этапе оперативного управления учета фактора качества информации о входящих в транспортные узлы грузопотоки и подвижной состав.

© Мурад'ян А.О., Русанова С.С., 2018

Показано, что этот фактор дает представление о степени стойкости параметров управления и позволяет в итоге рассматривать характеризующую задачу, в условиях риска и в детерминированной постановке.

Ключевые слова: транспортный узел, процесс перевалки грузов (ППВ), постановка задачи управления ППВ.

UDC 656.615.078.111

**OPTIMIZATION OF CARGO TRANSFER PROCESS
IN TRANSPORT HUBS AT RISK**

A.O. Muradian

PhD of the Department «Operation of ports and Cargo Works Technology»

S.S. Rusanova

Assistant of the Department «Operation of ports and Cargo Works Technology»

Odessa National Maritime University

***Abstract.** In article the problem definition of optimization of cargo transfer process in transport hub, based on logistic conception «just in time» is offered for the first time, the constructive approach to modeling of a task is defined and are provided its original economic-mathematical models with the indication of methods of realization.*

The necessity is also proved for setting the task of cargo transfer process optimization at the stage of operational management of information quality factor of t regarding cargo flows and rolling stock entering the transport nodes. It is shown that this factor gives an idea of the degree of stability of the control parameters and allows us to consider the problem under the conditions of risk and in a determinate formulation.

***Keywords:** transport hubs, the cargo transfer process (CTP), a problem definition of management of CTP.*

Вступ. Сучасний етап розвитку науки управління транспортом характеризується націленістю на збагачення теорії й методів управління комплексами сполучених транспортних систем методологічним інструментарієм ринкової економіки. У додатку до транспортних вузлів (ТВ) дана констатація означає, що концепцію формування механізму управління ТВ, включаючи управління процесом перевалки вантажів (ППВ), що передбачає використання обчислювального арсеналу класичної теорії управління, потрібно радикально перетворити. При цьому на початковому етапі такого роду перетворення найбільш актуальним є пророблення питань, пов'язаних з моделюванням задачі оптимізації ППВ в ринковій постановці як ключового елемента процесу функціонування ТВ, чому присвячується ця стаття.

Аналіз основних досягнень і літератури. Протягом останніх років був виконаний ряд досліджень, присвячених критичному аналізу сучасного стану згаданих вище питань [1-4 та ін.]. При цьому було вста-

новлено й в [5-6] показано, що в цей період намітилася стійка тенденція в прагненні дослідників використати при розробці проблем організації управління ТВ поряд із традиційними підходами класичної теорії управління також можливості теорій, що залишалися в тіні, взаємодіючих систем, морфологічного й когнітивного моделювання, побудови фреймових моделей, системного програмування й мультиагентної оптимізації. Однак ці ініціативи поки не привели до створення методів управління ТВ, що враховують умови роботи транспорту в ринковому середовищі й обладують науковою новизною. Таке твердження повною мірою поширюється й на задачу оптимізації ППВ, дослідження якої усе ще залишається в зародковому стані.

Наведені відомості підтверджують актуальність теми даної публікації й необхідність її подальшого поглибленого пророблення.

Мета дослідження, постановка задачі. Загальна мета роботи зв'язується з обґрунтуванням підходу до оптимізації й моделювання ППВ у постановці, адекватної механізму забезпечення погодженого управління ТВ у сучасних ринкових умовах. Відповідно до поставленої вище мети дійсного дослідження обговоримо спочатку найважливіші передумови розгляду задачі управління ППВ в оптимальній постановці, а потім перейдемо до її моделювання з обліком практично реального інформаційного забезпечення процесу проходження вантажів і транспортних засобів через ТВ.

Матеріали досліджень. Приступаючи до постановки розглянутої задачі, будемо виходити із принципу, який затверджує, що ефективність управління ППВ прямо залежить від ступеня досконалості економіко-математичної моделі цього процесу як умови й засоба його оптимізації. При цьому будемо враховувати, що ключову роль у побудові моделі грає вибір критерію оптимальності, що гарантує досягнення необхідного рівня результативності ППВ. Очевидно, що в нашому випадку критерій оптимізації ППВ необхідно конструювати з позицій, що відповідають, з одного боку, природі ринкових відносин в економіці й, з іншого боку, практиці регулювання взаємин між суб'єктами ТВ й їхніми контрагентами в особі власників вантажів і транспортних засобів.

Як перший, так і другий фактори націлюють на універсальний ринковий критерій, тобто на максимізацію прибутку від реалізації ППВ із використанням виробничих ресурсів всіх діючих у ТВ суб'єктів. Однак, у силу того, що на етапі оперативного управління всі дохідні ставки (тарифи, плати, збори) по всіх операціях ППВ є константами (відповідно до норм угод між суб'єктами ТВ), як критерій оптимізації ППВ варто прийняти мінімум витрат на здійснення ППВ, включаючи витрати на обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів, а також на зміст виробничих ресурсів. Така орієнтація представляється цілком коректною в силу того, що обидві складових зазначених витрат піддаються варіації (по вантажопотокам, що перевалюються, технологічним схемам освоєння кожного вантажопотоку, режимам використання виробничих ресурсів порту

й станції та ін.) при обов'язковому забезпеченні пропускну здатності вантажних фронтів без зміни їхньої технічної оснащення.

Підкреслимо, що остання умова грає надзвичайно важливу роль у постановці й моделюванні обговорюваної задачі, тому що «працює» на підвищення ймовірності забезпечення проходження вантажів і транспортних засобів через ТВ у строки, передбачені угодами між суб'єктами ТВ і закріплені в нормах «Єдиного технологічного процесу роботи транспортного вузла», що повністю відповідає концепції «точно в строк». А це означає, що запропонований критерій оптимізації ППВ може розглядатися як загальна мета функціонування ТВ, що відповідає інтересам кожного суб'єкта транспортного вузла. Одночасно ця умова є вигідною і для транспортної клієнтури в силу того, що мінімізує ймовірність зриву її контрактних зобов'язань перед контрагентами, завдяки чому підвищується в її сприйнятті привабливість й, виходить, конкурентоздатність ТВ.

Відзначимо, що охарактеризований критерій оптимізації ППВ повністю погодиться із запропонованим нами в [5-6] критерієм й є його природним узагальненням.

Настільки ж важливу роль у постановці й моделюванні обговорюваного завдання грає фактор якості інформації щодо транспортних засобів, що направляються у ТВ. Як показано в [7], на сучасному етапі цей фактор необхідно розглядати з позицій створення автоматизованої системи інформаційного забезпечення взаємодії суб'єктів ТВ із виділенням спеціальних полігонів взаємодії – далеких, середніх й ближніх з передачею з них у ТВ відповідно до формату інформації про переміщення вантажів і транспортних засобів. При цьому границями далеких полігонів є моменти початку перевезення вантажів «першим» видом магістрального транспорту після доставки їхнім промисловим транспортом відправників вантажів – виробників продукції для перевалки на магістральний транспорт в «першому» транспортному вузлі і завершення перевезення вантажів «передостаннім» видом магістрального транспорту; середні полігони обмежуються моментами початку перевалки вантажів в «передостанньому» транспортному вузлі і моментом закінчення перевезення вантажів «останнім» видом магістрального транспорту; границі ближніх полігонів збігаються з моментами початку-закінчення перевалки вантажів в «останньому» транспортному вузлі «останнього» виду магістрального транспорту на промисловий транспорт одержувачів вантажів – споживачів продукції.

Відзначимо, що при такому підході забезпечується послідовне підвищення якості інформації щодо вантажопотоків та транспортних засобів, що направляються у ТВ. Дійсно, зазначена інформація в далеких полігонах взаємодії звичайно відрізняється гранично низькою якістю, у середніх полігонах – її якість, як правило, підвищується, а в ближніх полігонах – ця інформація має найбільш високу якість. Ці обставини обумовлює можливість моделювання ППВ як задачі оптимізації вантажопе-

ревалювального процесу, розглянутого в умовах ризику (для середніх полігонів) і в детермінованій постановці (для ближніх полігонів).

Результати досліджень ППВ. Розглянемо спочатку детермінований варіант задачі оптимізації ППВ у статичній постановці. Припустимо, що протягом деякого інтервалу часу, (наприклад, обліково-звітного періоду, прийнятого спільно портом і станцією), розбитого на рівні відрізки (тривалістю наприклад, по одній годині), необхідно реалізувати ППВ шляхом переміщення в межах ТВ певних обсягів вантажопотоків (наприклад, що відповідають завантаженню залізничних вагонів, або магістральних автомобілів, або судовим партіям) по задалегідь прийнятим організаційно-технологічним варіантам (ОТВ).

Під «виробничими зонами» будемо мати на увазі комплекси стаціонарних і мобільних технічних засобів, призначених для обслуговування вантажів і транспортних засобів.

При цьому в якості виробничих будемо розглядати зони, обладнані на припортовій залізничній станції (шляхи – головний, приймально-відправний, відстійні й сполучні з портом), у порту (виставочні залізничні колії, вантажні фронти – кордонного, тилові, складські) і поблизу порту (транзитно – вантажні термінали для обслуговування магістральних автомобілів).

Умовимося, що ППВ характеризується двома показниками – питомими витратами на обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів і питомих витрат на склад зон.

Відзначимо, що перший із зазначених показників є в загальному випадку змінною величиною в силу того, що його складова по транспортних засобах, залишаючись постійною величиною (тарифом) протягом нормативного часу, починає прогресивно зростати по його витіканні.

Перейдемо до формалізації обговорюваної задачі і введемо необхідні позначення при суцільній нумерації варійованих величин.

Відомі величини (задані константи):

i – індекс виробничих зон обслуговування вантажопотоків ($i = \overline{1, m}$);

j – індекс обслуговуваних вантажопотоків ($j = \overline{1, n}$);

k – індекс відрізків часу розглянутого інтервалу управління ($k = \overline{1, r}$);

T_{ik} – резерв робочого часу i -ї зони на протязі k -го відрізка часу;

a_{ijk} – питома ресурсомісткість (трудомісткість) обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

x_{ijk} та \bar{x}_{ijk} – відповідно мінімальний і максимальний об'єми j -го вантажопотоку, які необхідно обслужити в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

\underline{t}_{ijk} та \bar{t}_{ijk} – відповідно мінімально і максимально допустимий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу;

f_{ijk} – питомий дохід обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

c_{ik} – питомі витрати на утримання i -ї зони на протязі k -го відрізка часу.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_{ijk} – плановий обсяг обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

t_{ijk} – плановий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу.

Залежності між відомими і невідомими величинами характеризуються наступним чином:

• обсяги освоєння вантажопотоків та показники використання виробничих зон повинні відповідати заздалегідь заданим межах їх зміни, тобто

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \bar{x}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \bar{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\}; \quad (1)$$

• використання робочого часу виробничих зон має визначатися ресурсомісткістю (трудомісткістю) освоєння вантажопотоків, тобто

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (2)$$

• робочий час виробничих зон може використовуватися в межах його резерву для кожного відрізка часу, тобто

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; k = \overline{1, r}; \quad (3)$$

• загальний результат реалізації ППВ визначається шляхом підсумовування доходів за всіма вантажопотоками за вирахуванням витрат на утримання виробничих зон протягом розглянутого інтервалу управління, тобто

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r f_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ik} t_{ijk}. \quad (4)$$

Зазначимо, що співвідношення (1)-(4) є основою для побудови економіко-математичних моделей задачі оптимізації ППВ для всіх згаданих вище випадків її постановки.

Представляється очевидним, що в детермінованому випадку модель оптимізації ППВ може бути представлена сукупністю наведених вище співвідношень з деяким перетворенням умови (2), тобто у вигляді наступної системи:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r f_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ijk} t_{ijk} \rightarrow \max; \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, r}; \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \overline{x}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \overline{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Звернемося тепер до нагоди відшукати варіанти оптимізації ППВ в умовах ризику, тобто показники питомих витрат на освоєння вантажопотоків і утримання виробничих зон тракуються як випадкові величини з відомими статистичними характеристиками. При цьому будемо враховувати, що на сучасному етапі приділяється підвищена увага так званому операційному ризику, під яким розуміється ризик діяльності підприємства, обумовлений невизначеністю його стану та функціонуванням під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх факторів [9]. У додатку до ЗТВ, операційний ризик природним чином пов'язується з невисокою якістю інформації про терміни прибуття ТРЗ і вантажів із зазначенням найменувань і кількості останніх, а також про реалізацію ППВ, що в сукупності веде до неможливості однозначного завдання показників з освоєння вантажопотоків і утримання виробничих зон ЗТВ. Будемо вважати, що ці показники є випадковими величинами з відомими їх очікуваними значеннями та стандартними відхиленнями. За такої умови з'являється можливість прийняття керуючих рішень з управління ППВ в умовах ризику і невизначеності.

Виходячи з цього висновку, побудуємо економіко-математичну модель оптимізації ППВ в умовах ризику. З метою спрощення записів, але без порушення спільності сформованих тверджень, перейдемо до усереднених значень, які характеризують ППВ величин, – планових обсягів вантажопотоків і питомих доходів на їх освоєння (за зонами та інтервалом управління в цілому), часу використання та витрат на утримання виробничих зон (за вантажопотоками і інтервалом управління) і введемо для них відповідні позначення.

Відомі величини (задані константи):

i – індекс виробничих зон для обслуговування вантажопотоків ($i = \overline{1, m}$);

j – індекс обслуговуваних вантажопотоків ($j = \overline{1, n}$);

k – індекс відрізків часу розглянутого інтервалу управління ($k = \overline{1, r}$);

T_{ik} – резерв робочого часу i -ї зони на протязі k -го відрізка часу;

a_{ijk} – питома ресурсомісткість (трудомісткість) обслуговування j -го вантажопотоку в i -ї зоні на протязі k -го відрізка часу;

x_{ijk} та \bar{x}_{ijk} – відповідно мінімальний і максимальний об'єми j -го вантажопотоку, які необхідно обслужити в i -ї зоні на протязі k -го відрізка часу;

t_{ijk} та \bar{t}_{ijk} – відповідно мінімально і максимально допустимий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу;

f_{ijk} – питома дохід обслуговування j -го вантажопотоку в i -ї зоні на протязі k -го відрізка часу;

c_{ik} – питома витрати на утримання i -ї зони на протязі k -го відрізка часу.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_{ijk} – плановий обсяг обслуговування j -го вантажопотоку в i -ї зоні на протязі k -го відрізка часу;

t_{ijk} – плановий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу.

Залежності між відомими і невідомими величинами характеризуються наступним чином:

• обсяги освоєння вантажопотоків та показники використання виробничих зон повинні відповідати заздалегідь заданим межах їх зміни, тобто

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \bar{x}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \bar{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, r}; \end{aligned} \right\}; \quad (9)$$

• використання робочого часу виробничих зон має визначатися ресурсомісткістю (трудомісткістю) освоєння вантажопотоків, тобто

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk}; \quad i = \overline{1, m}; \quad (10)$$

• робочий час виробничих зон може використовуватися в межах його резерву для кожного відрізка часу, тобто

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; k = \overline{1, r}; \quad (11)$$

• загальний результат реалізації ППВ визначаються шляхом підсумовування доходів по всіх вантажопотоках за вирахуванням витрат на утримання виробничих зон протягом розглянутого інтервалу управління, тобто

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r f_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^n c_{ik} t_{ijk}. \quad (12)$$

Зазначимо, що співвідношення (9)-(12) є основою для побудови економіко-математичних моделей задачі оптимізації ППВ для всіх згадуваних вище випадків її постановки.

Представляється очевидним, що в детермінованому випадку модель оптимізації ППВ може бути представлена сукупністю наведених вище співвідношень з деяким перетворенням умови (10), тобто у вигляді системи

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r f_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ijk} t_{ijk} \rightarrow \max; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, r}; \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \overline{x}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \overline{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Звернемося тепер до нагоди відшукати варіанти оптимізації ППВ в умовах ризику, тобто показники питомих витрат на освоєння вантажопотоків і утримання виробничих зон трактуються як випадкові величини з відомими статистичними характеристиками. При цьому будемо враховувати, що на сучасному етапі приділяється підвищена увага так званому операційному ризику, під яким розуміється ризик діяльності підприємства, обумовлений невизначеністю його стану та функціонуванням під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх факторів [11]. У додатку до ЗТВ, операційний ризик природним чином пов'язується з невисокою якістю інформації про терміни прибуття ТРЗ і вантажів із зазначенням найменувань і кількості останніх, а також про реалізацію ППВ, що в сукупності веде до неможливості однозначного завдання показників з освоєння вантажопотоків і утримання виробничих зон ЗТВ. Будемо вважати, що ці показники є випадковими величинами з відомими їх очікуваними значеннями та стандартними відхиленнями. За такої умови з'являється можливість прийняття керуючих рішень з управління ППВ в умовах ризику і невизначеності.

Виходячи з цього висновку, побудуємо економіко-математичну модель оптимізації ППВ в умовах ризику. З метою спрощення записів, але без порушення спільності сформованих тверджень, перейдемо до усереднених значень, характеризуючи ППВ величин, – планових обсягів вантажопотоків і питомих доходів на їх освоєння (по зонам та інтервалу управління в цілому), часу використання та витрат на утримання виробничих зон (по вантажопотокам і інтервалу управління) і введемо для них відповідні позначення.

Відомі величини (задані константи):

T_i – резерв робочого часу i -ї зони;

a_{ij} – ресурсомісткість обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні;

x_j та \bar{x}_j – відповідно мінімальний і максимальний об'єми j -го планового вантажопотоку;

t_{ij} та \bar{t}_{ij} – відповідно мінімальний і максимальний допустимий час використання i -ї зони для освоєння j -го вантажопотоку;

\bar{f}_{ij} – середня величина питомих доходів на обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні;

\bar{c}_i – середня величина питомих витрат на утримання i -ї зони.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_j – плановий об'єм обслуговування j -го вантажопотоку;

t_{ij} – плановий час використання i -ї зони для освоєння j -го вантажопотоку.

Зазначимо, що при трактуванні показників \bar{f}_{ij} та \bar{c}_i як випадкових величин прибуток з реалізації ППВ являє собою випадкову величину, статистичні характеристики якої визначаються статистичними характеристиками цих показників, а саме:

очікуваним значенням –

$$\bar{F} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{f}_{ij} x_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{c}_i t_{ij}; \quad (17)$$

дисперсією –

$$\sigma^2(F) = \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 - \sum_{i=1}^m \sigma_i^2 t_i^2, \quad (18)$$

де σ_j та σ_i – середньоквадратичне відхилення, відповідно, доходів з освоєння вантажопотоків і витрат на утримання виробничих зон.

Зазначимо також, що у теорії ризику звертається увага на залежність прийнятих управлінських рішень від характеру відношення системи управління (особи, що приймає рішення) до ризику, який може бути нейтральним, або прямо протилежним. При цьому, як показано в [12], характер ставлення до ризику у формальному плані визначається функцією очікуваної ефективності прийнятих рішень, яка (функція) може бути: лінійною, що зв'язується з нейтральним ставленням до ризику; опуклою, що припускає схильність до ризику; увігнутою, що відповідає відсутності схильності до ризику. Ця обставина означає, що у випадку нейтрального ставлення до ризику оптимізаційні задачі можна вирішувати в детермінованій постановці з використанням однокритеріальних моделей.

Спираючись на охарактеризовані положення теорії ризику, побудуємо відповідні економіко-математичні моделі задачі оптимізації ППВ, використовуючи наведені вище усереднені значення показника витрат за вантажопотоками і виробничими зонами. Очевидно, що при нейтральному відношенні до ризику шукана модель буде в структурному плані відповідати запису (13)-(16), тобто мати вигляд

$$\bar{F} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{f}_{ij} X_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{c}_i t_{ij} \rightarrow \max; \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j - T_i = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (20)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} \leq T_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (21)$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{X}_j \leq X_j \leq \bar{X}_j, \quad j = \overline{1, n}; \\ \underline{t}_{ij} \leq t_{ij} \leq \bar{t}_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \end{array} \right\} \quad (22)$$

У разі, коли ставлення до ризику відрізняється від нейтрального, необхідно переходити, як зазначалося вище, до бікритеріальної задачі, модель якої записується наступним чином:

$$\bar{F} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{f}_{ij} X_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{c}_i t_{ij} \rightarrow \max; \quad (23)$$

$$\sigma^2(F) = \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 X_j^2 - \sum_{i=1}^m \sigma_i^2 t_i^2 \rightarrow \min(\max); \quad (24)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j - T_i = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (25)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} \leq T_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (26)$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{X}_j \leq X_j \leq \bar{X}_j, \quad j = \overline{1, n}; \\ \underline{t}_{ij} \leq t_{ij} \leq \bar{t}_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \end{array} \right\} \quad (27)$$

Підкреслимо, що рішення моделі (23)-(27) необхідно відшукувати на множині розв'язків задачі оптимізації ППВ, оптимальних за Парето.

Зазначимо, що оптимізаційна спрямованість показника $\sigma^2(F)$ визначається характером відношення керуючої системи до ризику: якщо система схильна до ризику, то $\sigma^2(F)$ необхідно мінімізувати; в іншому випадку – цей показник підлягає максимізації.

Зазвичай в теорії ризику використовують такий показник, як коефіцієнт варіації, який кількісно оцінює ступінь коливання досліджуваних

показників біля їх середніх значень. У нашому випадку коефіцієнт варіації (V) визначається наступним чином:

$$V = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n \delta_j^2 x_j^2 - \sum_{i=1}^m \delta_i^2 t_i^2}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij} x_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i t_{ij}}. \quad (28)$$

Як зазначається в [11], коефіцієнт варіації не повинен бути занадто великим: у теорії ризику зазвичай приймаються його значення $V < 0,25$.

За такої умови модель оптимізації ППВ записується як схема (19)-(22) з додаванням обмеження

$$V \leq 0,25, \quad (29)$$

де V визначено в (28).

Висновки. Узагальнення вищевикладеного дозволяє зробити висновок, що запропоновані в даній статті економіко-математичні моделі в єдності з методами їх реалізації можуть бути покладені в основу методики оптимізації ППВ при оперативному управлінні транспортними вузлами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Куренков П.В. *Управление доставкой в внешнеторговых грузах в смешанном сообщении [Текст]: Дис. ... д-ра экон. наук / П.В. Куренков. – М.: ГУУ, 1999. – 478 с.*
2. Клепиков В.П. *Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта [Текст]: Дис. ... д-ра техн. наук / В.П. Клепиков. – М.: МГУПС (МИИТ), 2007. – 352 с.*
3. Сычев А.А. *Организация работы транспортного узла в составе транспортного коридора [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / А.А. Сычев. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2009. – 167 с.*
4. Ботнарюк М.В. *Методология формирования транспортного узла как института сетевых партнерских отношений [Текст] / М.В. Ботнарюк // Современная конкуренция. – 2012. – № 3 (38). – С. 98-110.*
5. Muradian A.O. *Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs // Technology audit and production reserves. – № 3/1 (17). – 2014. – P.48-53.*
6. Мурад'ян А.О. *Методичні основи узгодженого управління процесом перевалки вантажів у загальнотранспортних вузлах [Текст]: Дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / Мурад'ян Арсен Олегович. – Одеса, 2016. – 166 с.*

7. Новиков П.А. Организация эффективного взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в припортовых транспортных узлах [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / П.А. Новиков. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – 154 с.
8. Тейман А.И. Управление комплексами операций [Текст] / А.И. Тейман // Доклад. – М.: Политехнический музей, 1967. – 44 с.
9. Енгальчев О.В. Совершенствование системы управления операционным риском на предприятии [Текст]: Дис. ... канд. экон. наук / О.В. Енгальчев. – МГТУ, 2005. – 174 с.
10. Кигель А.В. Свойства и поиск оптимальных финансовых портфелей для ЛПР с разными отношениями к риску [Текст] / А.В. Кигель // Финансовые риски. – 1999. – № 2. – С. 86-91.
11. Подиновский В.В. Парето – оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
12. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения [Текст] / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

Стаття надійшла до редакції 30.010.2018 р.

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ОДЕСЬКОГО МОРСЬКОГО ПОРТУ
НА БАЗІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

І.Б. Азарова

к.т.н., доцент кафедри Управління проектами

*Одеський регіональний інститут державного управління
Національної академії державного управління при Президенті України*

Анотація. Публікація присвячена проблемі вибору стратегічного напрямку подальшого розвитку території Одеського морського торговельного порту. Метою дослідження є комплексна оцінка діяльності порту на базі концепції сталого розвитку, що розглядає стійкий розвиток складних систем населених пунктів, держав або цивілізації в цілому через забезпечення збалансованого розвитку соціальної, економічної та екологічної сфер цих систем. В статті здійснено укрупнений аналіз діяльності Одеського порту в економічній, соціальній, екологічній та містобудівній сфері; визначено роль цього підприємства та стратегічні напрямки його майбутнього розвитку в контексті транспортних перевезень, екології міського середовища та містобудівної діяльності. Проведений аналіз довів складність та неоднозначність розміщення і подальшого розвитку Одеського морського порту у житловій забудові в історичному центрі міста. З метою зниження екологічного та транспортного негативного впливу порту на житлову забудову, необхідно провести модернізацію порту та забезпечити розвиток відповідної інфраструктури, а також усунути види діяльності, що є неможливими з містобудівної точки зору за місцем розміщення порту. Джерелом залучення приватних інвестицій для розвитку порту можуть стати території, вивільнені після оптимізації діяльності порту, що будуть надаватись на певних інвестиційних умовах під забудову рекреаційними об'єктами.

Ключові слова: Одеський морський торговельний порт, концепція сталого розвитку, оцінка інвестиційних девелоперських проєктів, розвиток транспортної інфраструктури, управління девелоперськими проєктами.

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОДЕССКОГО МОРСКОГО ПОРТА
НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

И.Б. Азарова

к.т.н., доцент кафедры Управления проектами

*Одесский региональный институт государственного управления
Национальной академии государственного управления при Президенте Украины*

Аннотация. Публикация посвящена проблеме выбора стратегического направления дальнейшего развития территорий Одесского морского торгового порта. Целью исследования является комплексная оценка деятельности порта на базе концепции устойчивого развития, рассматривающей устойчивое развитие сложных систем населенных пунктов, государств или цивилизации в целом путем обеспечения сбалансированного развития социальной, экономической и экологической сфер этих систем. В статье осуществлен укрупненный анализ деятельности Одесского морского торгового порта в экономической, социальной, экологической и градостроительной сфере; определена роль этого предприятия и стратегические направления его дальнейшего развития в контексте транспортных перевозок, экологии городской среды и градостроительной деятельности. Проведенный анализ показал сложность и неоднозначность размещения и дальнейшего развития Одесского морского торгового порта в жилой застройке в историческом центре города. С целью снижения экологического и транспортного негативного влияния порта на жилую застройку, необходимо провести модернизацию порта и обеспечить развитие соответствующей инфраструктуры, а также устранить виды деятельности, невозможные с градостроительной точки зрения по месту размещения порта. Источником привлечения частных инвестиций для развития порта могут стать территории, освобожденные после оптимизации деятельности порта, которые будут предоставляться на определенных инвестиционных условиях под застройку рекреационными объектами.

Ключевые слова: Одесский морской торговый порт, концепция устойчивого развития, оценка инвестиционных девелоперских проектов, развитие транспортной инфраструктуры, управление девелоперскими проектами.

УДК 008.5

**COMPLEX ODESSA SEA PORT ESTIMATION
ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT BASIS**

I.B. Azarova

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Department of Project Management

*Odessa Regional Institute of Public Administration
of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine*

Abstract. The publication is devoted to the problem of choosing a strategic direction for further development of the Odessa seaport territories. According to some urban planning experts, the main problem of these territories is that the development of a cargo port, handling of bulk cargoes and increasing the traffic load in the city center of Odessa inevitably leads to the degradation of the city-port system. Therefore, they raise the issue of the cargo

port remove outside the city to develop these territories as a recreational facilities. But their opponents believe that the port is not only noise and dust, it is also thousands of jobs for inhabitants and the source of state revenue refill and taxes to the local budget. Sea ports are also plays an important role in state interests as a gate for export of Ukrainian products. So the aim of the study is a comprehensive assessment of the port activity based on the sustainable development concept, which considers the sustainable development of complex systems of human settlements, states or civilization as a whole by ensuring balanced development of the social, economic and environmental spheres of these systems. The article provides an integrated analysis of the Odessa seaport activities in the economic, social, environmental and urban planning fields. The role of this enterprise and the strategic directions of its further development in the context of transportation, the ecology of the urban environment and urban planning activity are defined. The analysis showed the complexity and ambiguity of the Odessa seaport location and its further development in residential area in the historic center of the Odessa city. In order to reduce the environmental and traffic negative impact of the port to residential buildings, it is necessary to modernize the port and ensure the development of appropriate infrastructure, as well as eliminate impossible activities from an urban planning point of view at the port's location. As the main private investment attractor for the seaport development can be used some areas freed up after the optimization of the port activity, which will be provided under certain investment conditions for building recreational facilities. The development of a model for the comprehensive assessment of similar development projects is a promising direction for further research in this field.

Keywords: *Odessa Sea Port, concept of sustainable development, evaluation of investment development projects, development of transport infrastructure, management of development projects.*

Постановка проблеми дослідження. Аналіз концепцій розвитку міста Одеси нерозривно пов'язаний із дослідженням конфлікту навколо Одеського морського торговельного порту (далі – ОМТП) та прилеглих територій району Пересип. Проблеми ОМТП порту та пов'язаного із ним Пересипського промвузлу, затиснутих містом, ще за радянських часів зрозуміли не тільки містобудівники, а й фахівці морської галузі. Начальник ЧМП Данченко А.Є. ще в 1956 висунув ідею винести з центру міста навалочні вантажі на Сухий лиман, в результаті чого було створено порт у м. Чорноморськ [1]. Однак, спори щодо подальшої долі ОМТП не вщухають і сьогодні.

Головною проблемою цих територій, на думку фахівців з містобудування, є те, що розвиток вантажного порту, перевалка насипних вантажів і збільшення транспортного навантаження в центрі Одеси неминуче веде до деградації системи місто-порт [2]. Порт займає найціннішу територію міста, блокуючи його розвиток уздовж узбережжя. Фахівці наго-

лошують, що будь-який інший бізнес на цьому місті буде приносити більше грошей, ніж нинішні 1,5 % бюджетних надходжень від порту.

Крім того, порт є джерелом не лише екологічного забруднення, пилу та шуму у самому серці міста. Ці негативні фактори можливо усунути у ході реконструкції та застосування більш сучасного портового обладнання і технологій. Але, нажаль, перевалка вантажів у порту створює значне транспортне навантаження в історичному середовищі міста, яке усунути вже значно складніше. Це завдає дуже негативного впливу як на перенавантажені пасажиропотоками дороги, так і на пам'ятки культурної спадщини нашого міста, порушуючи їх історичне середовище.

Місце розміщення такого підприємства, як Одеський нафтопереробний завод, також пов'язане територіально із портом та нафтовою гаванню. Проте, за класом шкідливості цього виробництва, знаходиться у межах сельбищної забудови міста воно просто не може, навіть за умов застосування будь-яких модернізацій. Не зважаючи на необхідність виносу цього підприємства за межі міста, обґрунтовану у минулому та діючому генеральному плані Одеси [3], були скасовані раніше ухвалені на рівні Уряду країни рішення про винос нафтопереробного заводу. З порушенням Генерального плану у місті розміщений комплекс по перевалці зріджених газів й одержав подальший розвиток нафтоперевалочний комплекс, що також пов'язане із діяльністю порту. За офіційною інформацією адміністрації Одеського морського порту [4], зараз най-більший в Україні нафтотермінал порту забезпечує спільно з нафтобазами ПАТ «Ексімнафтопродукт», ПАТ «Одеснафтопродукт», ПрАТ «Синтез Ойл» і комплексом по перевантаженню зрідженого газу ТОВ «Укрлоудсістем» перевалку всіх видів експортно-імпорتنих нафтопродуктів і зрідженого газу.

Зважаючи на низьку ефективність використання територій ОМТП та промислових підприємств Пересипу, а також незначний вклад цих підприємств у бюджет міста, фахівці з містобудування останнім часом все частіше підіймають питання про перенесення вантажного порту за межі міста з можливістю залишити лише пасажирський морський порт як більш перспективний напрямок в центрі курортного міста, що більш гармонійно поєднується з центральним історичним та житловим середовищем. Вивільнену виробничу територію, з огляду на її прибережне розташування у центрі курортного міста, пропонується надати городянам як розважальну, прогулянкову, курортну і торгову.

Їх опоненти, що тим чи іншим чином мають відношення до Одеського морського порту, виступили на круглому столі «Морські міста України» у рамках виставки «Інтер-транспорт» (01.06.2018) і навели слушні аргументи, що недостатньо ефективне керівництво портом та відповідні недостатні прибутки не можуть бути приводом для знищення діючого прибуткового активу порту вартістю близько 20-25 мільярдів доларів (за приблизними оцінками) [5]. Втрата Одесою її порту, на додачу до вже втрачених Чорноморського морського флоту і провідних проми-

слових підприємств, таких як ЗОР, не збагатить одеситів і не перетворить (без необхідних для цього інвестицій) наше місто на світовий туристичний центр. А поки бажаючих розвивати туризм в Одесі інвесторів небагато – порт це не лише шум та пил, а ще й тисячі робочих місць для городян і мільйони гривень прибутків державі і податків в місцевий бюджет. На думку цих фахівців, порт цілком може стати драйвером розвитку економіки всієї країни, якщо використовувати його ефективно і зробити посправжньому привабливим для вантажовласників і судновласників. Внесок ефективно працюючого порту в економіку України може бути порівняно в економічній моделі розвитку транспортної галузі.

Отже, проблема Одеського морського порту зараз є не просто актуальною. Вона носить комплексний складний характер, що зачіпає багато галузей – від охорони культурної спадщини та екології Причорномор'я до політичних та економічних інтересів держави. Спроби вирішити цю складну проблему також повинні ґрунтуватися на системному та комплексному підході. Але досягти комплексного підходу до проблем Одеського порту поки що не вдається.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Локальним проблемам розвитку міста Одеси присвячено публікації таких вітчизняних науковців, як Амбарян О.А., Бром А.І., Глазирін В.Л., Єксарева Н.М., Іванов В.Г., Нікулін С.Г., Токман Г.І., Топчієв А.Г., Халін В.В., Яременко В.А., Яценко О.В. та деякі інші.

Проблеми світових портів досліджували Аракелов Ф.Г., Йео Дж. [6], Клот С. [7], Личман Р. [8], Ноутбум Т. [9], Раделет С., Сачс Дж., Тай В., Фен С. [10] та багато інших науковців і практиків. Проте, їх дослідження або присвячені розгляду портів як містоутворюючих факторів, або діяльність портів оцінюється у розрізі економічної ефективності та технологічних і транспортних зв'язків. Комплексна оцінка діяльності портів з точки зору економіки, соціуму, екології, транспорту та містобудування досі не розглядалась.

Постановка задачі дослідження. Метою дослідження є здійснення комплексної оцінки діяльності ОМТП на базі концепції сталого розвитку, що дозволить обирати найбільш доцільні напрями подальшого розвитку порту та реалізації відповідних девелоперських проектів.

Методи дослідження. Теоретичною основою оцінки діяльності ОМТП є концепція сталого розвитку, що розглядає стійкий розвиток складних систем населених пунктів, держав або цивілізації в цілому – через забезпечення збалансованого розвитку соціальної, економічної та екологічної сфер цих систем. З огляду на розміщення ОМТП у межах міста Одеси в його історичному середовищі, виконується також містобудівна оцінка діяльності та розміщення порту як об'єкту містобудування.

Економічний, соціальний та стратегічний аналіз діяльності порту. Згідно зі проектом «Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року», портова галузь відіграє ключову роль у зростанні

української економіки. Не зважаючи на тенденцію зниження обсягів транзитного вантажообігу з Російською Федерацією, частка яких нещодавно складала близько 70 % від загального обсягу українського транзиту, та відповідне скорочення транзитного вантажообігу українських портів більш ніж втричі (із 35,3 млн. т у 2012 році до 10,3 млн. т у 2016 році), у 2016 році загальний дохід від послуг у морських портах України склав, щонайменше, 1,7 млрд. дол. США (біля 2 % ВВП країни). Такий показник досягнуто завдяки діяльності близько 1300 суб'єктів господарювання із чисельністю персоналу більше ніж 47 тис. працівників.

Морські порти є важливими воротами для експорту продукції агропромислового, гірничо-металургійного комплексів країни та імпорту проміжних ресурсів, наприклад, вугілля, залізорудної сировини та контейнерних вантажів, забезпечуючи при цьому близько 40 % (28 515,1 млн. дол. США у 2016 році) обсягів міжнародної торгівлі України з різними країнами світу [11].

Кон'юнктура ринку останніх років призвела до зміни структури вантажообігу морських портів України: позиції лідера з переробки замість продукції гірничо-металургійного комплексу зайняла продукція агропромислового комплексу, що наразі становить більше третини від загального обсягу вантажопереробки за результатами 2016 року.

В Україні також функціонує мережа поромного сполучення та морських контейнерних ліній, що з'єднують Україну з портами країн Чорноморського басейну і є складовою міжнародних транспортних коридорів: ТРАСЕКА, «Новий Шовковий шлях», ПанЄвропейський № 9 та інші.

Обслуговування контейнерних ліній наразі забезпечується контейнерними терміналами, що знаходяться в портах Одеса, Чорноморськ та Южний їх сукупною потужністю 3 130 тис. TEU на рік. Вказаний обсяг найближчим часом планується збільшити на 600 тис. TEU завдяки новостворюваним потужностям контейнерного терміналу на Карантинному молу ОМТП.

ОМТП разом із портами Южний, Миколаїв та Чорноморськ є найбільшими серед тринадцяти морських портів України. На долю цієї четвірки припадає близько 80 % від загальної потужності морських портів. Ключовими перевагами цих морських портів є наявність глибоководних підходів, які дають можливість обслуговувати велико-тоннажні морські судна, в тому числі, із залученням для надання послуг суб'єктами господарювання недержавної форми власності.

Площа території ОМТП становить 1 410 000 м кв. (141 га). Причальна лінія морського порту складає 10,2 км (55 причалів), з глибинами до 14 м. Транспортними лініями ОМТП пов'язаний більш ніж з 600 портами 100 країн світу. До порту примикають: залізниця (обслуговується припортовою залізничною станцією «Одеса-Порт» загальною протяжністю під'їзних залізничних колій 20 км), шляхопровід загальною довжиною 6,2 км, що забезпечує розвантаження автодороги міста від авто-

транспорту, який прямує до морського порту. Вантажобіг ОМТП в 2016 році склав 25,3 млн. т, а у 2017 – 24,2 млн. т. Пропускна спроможність терміналів ОМТП сумарно сягає 56 млн. т (більше 25 млн. т сухих і 25 млн. т наливних вантажів на рік). Порт має у своєму розпорядженні вісім виробничо-перевантажувальних комплексів (ППК) для переробки сухих вантажів, пасажирський, нафтовий і контейнерний термінали, гавані, термінали для переробки тропічних і технічних масел. Контейнерні термінали розраховані на перевантаження понад 900 тис. TEU, а пасажирський комплекс здатний обслужити до 4 млн. туристів на рік. На території порту здійснюють свою діяльність понад 400 компаній малого і середнього бізнесу. В рейтингу морських портів Чорноморсько-Азовського басейну показником вантажопереробки порт Одеси займає п'яте місце, а морський порт Южний – третє.

Поруч із цим, українська портова інфраструктура оцінюється суб'єктами господарювання як дуже посередня. За оцінкою Світового економічного форуму щодо якості портової інфраструктури, Україна у 2016 році набрала лише 3,2 бали з 7 можливих у 2016 році, при тому, що у 2012 році цей показник становив 4,0 бали. Наявна перевантажувальна потужність морських портів України не забезпечена відповідною пропускнуою спроможністю наземної інфраструктури. Модернізація та створення нових потужностей портів потребує синхронізації із розвитком під'їзних шляхів.

В ОМТП проблема недостатньої пропускнуої здатності припортових залізничних станцій та незадовільного залізничного сполучення є найбільш гострою. На сьогодні врегулювання такої проблеми досягається за рахунок низького рівня завантаженості наявних потужностей портів України (131,7 млн. тон на рік тобто 54 % від проектною потужності). Проте таке врегулювання є тимчасовим і не відповідає тенденціям розвитку морських портів.

Подібна ситуація складається і з автодорожньою інфраструктурою. Зокрема це стосується морських портів, розміщених в межах міст.

Негативним моментом є також низька ефективність митного та прикордонного контролю в портах України. За період з початку дії Закону України «Про морські порти України» в морських портах впроваджено низку дерегуляційних заходів, пов'язаних із спрощенням процедури контролю та оформлення суден і вантажів. Однак, відповідні процедури ОМТП все ще далекі від ідеалу [14].

Окрім розвитку під'їзних шляхів та ефективного використання наявних перевантажувальних потужностей, гостро стоїть питання відновлення портової інфраструктури стратегічного значення – причалів, каналів, акваторій та інфраструктури загального користування, зокрема внутрішньопортових автомобільних доріг, підкранових колій, залізничних шляхів, систем комунікацій тощо, невідповідності їх технічного рівня сучасним вимогам щодо надання послуг із здійснення операцій з вантажами, суднами, рухомим складом тощо. Делегація Світового Банку, яка

нешодавно відвідала Одесу, назвала територію порту в Одесі «Музеєм портового господарства XIX-го століття».

Однією з особливостей OVNG є спроба створення тут спеціальної економічної зони. У 2000 році Верховна Рада України прийняла закон «Про спеціальну (вільну) економічну зону на території Одеського морського торгового порту». Спеціальна економічна зона (ВЕЗ) «Порто-Франко» була створена на 25 років в межах штучно насипаної і намітої території Карантинного молу. Площа ВЕЗ – 32,5 га [15].

Законом на території ВЕЗ було передбачено спеціальний митний режим та особливі умови реалізації інвестиційних проектів вартістю еквівалентно не менше 1 млн. USD. Товари та інші предмети, що ввозяться на територію ВЕЗ, звільняються від сплати мита та ПДВ. Суб'єкти, які реалізують на території ВЕЗ інвестиційні проекти, затверджені в Одеській обласній держадміністрації, звільняються від оподаткування на перші три роки роботи. Прибуток, отриманий цими підприємствами протягом наступних трьох років роботи, обкладається податком, еквівалентним 50 % діючої ставки оподаткування.

З 31 березня 2005 року, згідно із Законом № 2505-IV від 25.03.05 р. «Про внесення змін до закону України «Про державний бюджет України на 2005 р.», дія статей 9-10 Закону «Про спеціальну (вільну) економічну зону на території Одеського морського торгового порту» призупинено.

Ще однією особливістю Одеси є те, що ОМТП сьогодні є єдиним державним портом, який не займається власною перевалкою вантажів. Порт живе за рахунок оренди, а орендні ставки не були врегульовані вже більш ніж 8 років [16]. Хоча здійснення стивідорної діяльності саме недержавними компаніями фахівці [11] називають основним фактором лідерства українських морських портів, за свідченнями деяких місцевих активістів [17], завдяки схемам зменшення бази оподаткування і виносу точки прибутковості за межі України, стивідорні компанії ОМТП не доплачують у бюджет значні суми податків, які могли б піти на оновлення державної технічної бази та інфраструктури порту [17].

Нажаль, проаналізувати обсяги вантажних перевезень морським транспортом в Одеській області не представляється можливим, тому що дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації [18].

«Стратегією розвитку морських портів на період до 2038 року» [11] щодо ОМТП передбачено виконання ряду заходів. Зокрема, на короткострокову перспективу передбачається:

- завершення будівництва та повноцінне введення в експлуатацію контейнерного терміналу на Карантинному молу потужністю 600 тис. TEU;

- реконструкція та будівництво причалів загальною довжиною 650 метрів;

- модернізація автомобільного шляхопроводу;
- реконструкція пасажирського комплексу з подальшим залученням приватного оператора;
- реорганізація ДП «Одеський морський торговельний порт», як державного підприємства, що не здійснює стивідорної діяльності, шляхом приєднання до ДП «Адміністрація морських портів України»;
- розвиток під'їзних автомобільних шляхів (ділянки М-05 «Київ-Одеса», в т.ч. для забезпечення сполучення порту із проектом транснаціонального транспортного коридору Go Highway).

На середньострокову перспективу планується:

- створення додаткового залізничного в'їзду в порт;
- внесення змін до Закону України «Про спеціальну (вільну) економічну зону «Порто-франко» на території Одеського морського торговельного порту» щодо розширення меж вільної економічної зони «Порто-франко», зміни органу її господарського розвитку тощо;
- розвиток автомобільних під'їзних шляхів, в т.ч. шляхом будівництва дороги «Хаджибей-2» з виїздом на Об'їзну дорогу м. Одеса.

Фінансове забезпечення реалізації цієї стратегії планується здійснити за рахунок коштів Адміністрації морських портів України, суб'єктів господарювання незалежно від форми власності, цільових кредитів банків, міжнародної технічної допомоги, інвестиційних коштів, власних коштів залізниць і підприємств залізничного транспорту, інших джерел, не заборонених законодавством. Фінансування робіт з модернізації, ремонту, реконструкції та будівництва гідротехнічних споруд, інших об'єктів портової інфраструктури загального користування може здійснюватися за рахунок коштів державного бюджету.

Містобудівний аналіз діяльності порту. Щодо подальшої долі ОМТП, визначеної у діючій містобудівній документації, то вона не суперечить «Стратегії розвитку морських портів...» [11]. Генеральний план міста Одеси [3] на період до 2030 року пропонує переорієнтацію роботи ОМТП переважно на контейнерну переробку вантажів. З цією метою на території полів фільтрації передбачається продовження будівництва та подальший розвиток контейнерного терміналу «Сухий порт». Пропонується відновити мережу прогулянкових рейсів малих суден.

Генеральним планом також враховано розширення території порту за рахунок наливних територій в районі Робочої, Заводської, Практичної гаваней (15 га) та Карантинного молу для контейнерного терміналу (19,0 га).

Крім того, передбачається завершення будівництва естакади для забезпечення заїзду в порт вантажного транспорту з окружної дороги через «Сухий порт», що забезпечить виведення контейнеровозів з магістральної мережі міста. Також передбачається проведення модернізації інфраструктури припортових залізничних станцій, упорядкування залізничних колій. Ці заходи намічені в межах розрахункового етапу генерального плану.

Передбачено також винос підприємств, розташованих вздовж Одеської затоки і не пов'язаних з діяльністю порту та ремонту суден, за межі берегової смуги з подальшим розташуванням в межах промислових формувань. На їх місці передбачено розміщення ділових, торговельних та розважальних об'єктів, зокрема на території ВАТ «Одесільмаш» та м'ясокомбінату.

ОМТП за містобудівною класифікацією організацій є містоутворюючим підприємством згідно до п. 4.9 ДБН Б.2.2.-12:2008 [19]: «... організації, установи та підприємства результати діяльності яких частково чи повністю реалізуються за межами населених пунктів, відносяться до містоутворюючих».

Але п.10.1.8 цього ж нормативного документу зазначає, що транспортно-складські комплекси, в яких здійснюється накопичення та формування за відповідними маршрутами контейнерних, та інших вантажів, слід розташовувати або передбачати до виносу за межі житлових, ландшафтних та рекреаційних територій, наближаючи до транспортних коридорів переважно в вузлах, де перетинаються декілька видів зовнішнього транспорту, морських і річкових портах, прикордонних пунктах пропуску і з'єднуватися під'їздами з найближчими населеними пунктами.

За п. 10.1.9 цього ж документу перевалочні зони морських та річкових портів, доцільно розмішувати поза межею населеного пункту або на його території в периферійній зоні, поблизу сортувальних і великих вантажних залізничних станцій. Відстань від житлових будинків до спеціалізованих районів нових морських і річкових портів слід приймати не менше 300 м, від меж районів перевантаження курних матеріалів, від резервуарів і зливо-наливних пристроїв легкозаймистих і горючих рідин на складах I категорії не менше 200 м та не менше 100 м на складах II-III категорій.

Розміщення ОМТП не відповідає пп. 10.1.8 та 10.1.9 ДБН Б.2.2.-12:2008, щодо введення в дію якого, як і щодо самого ОМТП, йдуть гарячі суперечки.

Екологічний аналіз діяльності порту. Подібні містобудівні вимоги щодо пріоритетного розміщення портів поза межами населених пунктів пов'язані у першу чергу із тим, що в екологічному аспекті своєї діяльності морські порти є джерелом забруднень повітря, акваторії моря, ґрунту, а також потенційним місцем техногенних аварій та катастроф.

Зокрема, пересування вантажного автотранспорту містами призводить до руйнування муніципальних доріг, шляхопроводів та мостів, утворенню заторів, а також погіршує екологічну ситуацію в населених пунктах.

Окрім забруднення повітря міст вихлопними газами від обслуговуючого порт транспорту, додатковим джерелом забруднення оточуючого середовища та акваторії портів є аварійні розливи забруднюючих речовин, як наприклад від затонулого на узбережжі Одеської затоки т/х «ONEGA». Саме тому за п.13 Постанови КМУ № 808 від 28.08.2013 [12],

морські порти віднесені до об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку та потребують оцінки впливу на навколишнє середовище при здійсненні їх нового будівництва, реконструкції, реставрації та капітального ремонту. Інші джерела екологічної небезпеки морських портів, такі як вибухи, пожежі, розливи нафти, руйнування портових споруд та хімічна небезпека при обробці небезпечних вантажів, проаналізовано в дослідженні Руденко Є.С. [13].

Висновки. Комплексний економічний, соціальний, містобудівний та екологічний аналіз діяльності ОМТП довів складність та неоднозначність розміщення і подальшого розвитку цього підприємства у житловій забудові в історичному центрі міста.

Основною економічною проблемою порту є його недостатня прибутковість. Це ускладнює модернізацію порту та розвиток необхідної інфраструктури бюджетними коштами або коштом підприємства. Залучення недержавних інвестицій до розвитку портової інфраструктури обмежене недосконалим законодавством та дотриманням переважно короткострокових інвестиційних стратегій більшістю приватних інвесторів. З огляду на останнє, використання територій порту під «рекреаційне» (а по факту житлове) будівництво є більш привабливим для інвесторів через більш швидке повернення інвестицій. Однак, ОМТП відіграє важливу стратегічну роль для регіону та держави в цілому. Він також є місцем роботи для співробітників більш ніж 400 компаній.

Тому на базі проведеного дослідження можливо заключити, що у довгостроковій перспективі зниження екологічного та транспортного негативного впливу порту на житлову забудову необхідно скоротити за рахунок модернізації порту та розвитку відповідної інфраструктури, а також усунення видів діяльності, що є неможливими з містобудівної точки зору за місцем розміщення порту. Для цього необхідно провести оптимізацію економічної діяльності порту та принципово переглянути умови залучення інвестицій і партнерів, а також розвивати порт виключно у напрямку переробки контейнерних вантажів та пасажирських перевезень. Джерелом залучення приватних інвестицій для розвитку порту можуть стати вивільнені після оптимізації діяльності території порту, що будуть надаватись на певних інвестиційних умовах під забудову рекреаційними об'єктами.

Розробка моделі комплексної оцінки подібних девелоперських проектів є перспективним напрямком подальших досліджень у цій галузі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Халін В. Чому розширення порту – тупик для Одеси [Електронний ресурс]. HappyMisto – Режим доступу: <http://www.happymisto.od.ua/architects/pochemu-rasshirenje-porta-tupik-dlya-odessy>

2. Халін В. Зіткнення егрегорів на інтерфейсі місто-порт [Електронний ресурс]. – Асоціація архітекторів Одеси. Офіц. сайт. – Режим доступу: <http://www.aaо.com.ua/the-collision-of-egregors-on-the-city-port-interface>
3. Генеральний план м. Одеси [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://omr.gov.ua/ru/essential/50537>
4. Нафтогазовий термінал [Електронний ресурс]. – Адміністрація Одеського морського порту. Офіц. сайт. – Режим доступу: <http://www.port.odessa.ua/ru/infrastruktura/neftegazovuj-terminal>
5. Яценко О., Шохов О. Чи треба прибирати порт з Одеси? Обговорення на круглому столі «Морські міста України» 1 червня 2018 року [Електронний ресурс]. – Асоціація архітекторів Одеси. Офіц. Сайт. – Режим доступу: <http://www.aaо.com.ua/nado-li-ubirat-gruzovoy-port-iz-odessy-you-need-whether-clean-cargo-port-of-odessa>
6. Yeo G.T., Thai V.V. & Roh S.Y. (2015). An Analysis of Port Service Quality and Customer Satisfaction: The Case of Korean Container Ports // *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. – 31(4). – P. 437-447.
7. Clott C.B., Hartman B.C. & Cannizzaro R. Standard setting and carrier differentiation at seaports // *Journal of Shipping and Trade*. – 2018. – Vol. 3. – P. 1-23. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1186/s41072-018-0035-0>
8. Leachman R. (2008). Port and modal allocation of waterborne containerized imports from Asia to the United States. *Transp. Res. E*. 44 – P. 313-331.
9. Notteboom T.E. & Yap W.Y. (2012). Port competition and competitiveness. In: Tally W. (ed) *The Blackwell companion to maritime economics*. Wiley-Blackwell, Chichester. – P. 549-570.
10. Feng X., Zhang Y., Li Y., & Wang W. (2013). A Location-Allocation Model for Seaport-Dry Port System Optimization. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2013, Article ID 309585, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/2013/309585>.
11. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року (Проект) [Електронний ресурс]. – Міністерство інфраструктури України. Офіц. Сайт. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83%20%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%B4%D0%BE%202038.pdf>
12. Про затвердження переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку: Постанова КМУ № 808 від 28.08.2013 [Електронний ресурс] / Верховна Рада

- України. – Офіц. сайт. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-95-%D0%BF>
13. Руденко Є.С. Проактивне управління безпекою об'єктів портової інфраструктури: дис. на соиск. учен. степ. к.т.н.: спец. 05.13.22 / Є.С. Руденко. – Одеса: ОНМУ, 2017. – 139 с.
 14. Одеса: в порту скопилось более 4 тысяч контейнеров – владельцы боятся таможи [Електронний ресурс]. Інтернет-видання «Таймер». Офіц. Сайт. - Режим доступу: http://timer-odesa.net/news/odessa_v_portu_skopilos_bole_4_tisyach_konteynero_v_vladeltsi_boyatsya_tamojni_100.html
 15. Одеський морський порт [Електронний ресурс]. – ТОВ Сіф-сервіс. Офіц. сайт. – Режим доступу: <http://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/porty-ukrainy/morskije-porty/item/27-odessa-morskoy-port>
 16. Одеський морський порт на шляху до розвитку [Електронний ресурс]. Компанія GoodLogistics. Офіц. сайт. – Режим доступу: <https://goodlogistics.com.ua/blog/odesskiy-morskoy-port-na-puti-k-razvitiyu/>
 17. Захаров О. Одеса, перлина без моря. Частина 1: «зелень» проти екології [Електронний ресурс]. Інтернет-видання «Аргумент». Офіц. сайт. – 2018. – Режим доступу: <http://argumentua.com/stati/odessa-zhemchuzhina-bez-morya-chast-1-zelen-pro-tiv-ekologii>
 18. Вантажооборот та обсяги перевезень вантажів у січні-серпні 2018 року [Електронний ресурс]. – Головне управління статистики в Одеській області. Офіц. Сайт. – Режим доступу: <http://www.od.ukrstat.gov.ua>
 19. Державні будівельні норми України. Планування і забудова території: ДБН Б.2.2.-12:2018 [Електронний ресурс] // Бібліотека Державних будівельних норм України. Офіц. сайт – Режим доступу: http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802

REFERENCES

1. Khalin V. (2017). Why expansion of the port is a dead end for Odessa. Retrieved from: <http://www.happymisto.od.ua/architects/pochemu-rasshirenie-porta-tupik-dlya-odessy>
2. Khalin V. (2018). Encounter of aggregors on the port-city interface. Retrieved from: <http://www.aao.com.ua/the-collision-of-agregors-on-the-city-port-interface/>
3. DP Ukrainian state scientific and research institute of the design of the city "Dipromisto" on Y.M.Bilokon (2013). Master plan of Odessa city. Retrieved from: <http://omr.gov.ua/ru/essential/50537>

4. Administration of the Odessa seaport (2018). Oil and gas terminal. Retrieved from: <http://www.port.odessa.ua/ru/infrastruktura/neftegazovyj-terminal>
5. Yatsenko O., Shokhov O. (2018). Do we need to remove the port from Odessa? Discussion at the round table "Marine Cities of Ukraine" on June 1, 2018. Retrieved from: <http://www.aao.com.ua/nado-li-ubirat-gruzovoy-port-iz-odessy-you-need-whether-clean-cargo-port-of-odessa/>
6. Yeo G.T., Thai V.V. & Roh S.Y. (2015). An Analysis of Port Service Quality and Customer Satisfaction: The Case of Korean Container Ports. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 31(4), Pp. 437-447.
7. Clott C.B., Hartman B.C. & Cannizzaro R. (2018). Standard setting and carrier differentiation at seaports. *Journal of Shipping and Trade*, vol. 3, Pp. 1-23 <https://doi.org/10.1186/s41072-018-0035-0>
8. Leachman R. (2008). Port and modal allocation of waterborne containerized imports from Asia to the United States. *Transp. Res. E*, 44, Pp. 313–331.
9. Notteboom T.E. & Yap W.Y. (2012) Port competition and competitiveness. In: Tally W. (ed) *The Blackwell companion to maritime economics*. Wiley-Blackwell, Chichester, Pp. 549–570
10. Feng X., Zhang Y., Li Y., & Wang W. (2013). A Location-Allocation Model for Seaport-Dry Port System Optimization. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2013, Article ID 309585, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/2013/309585>.
11. Ministry of Infrastructure of Ukraine. (2016). Strategy of development of sea ports of Ukraine for the period up to 2038. Retrieved from: <https://mtu.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83%20%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%B4%D0%BE%202038.pdf>
12. Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution No. 808 dated August 28. (2013) On the approval of the list of activities and objects that constitute an increased environmental hazard. Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-95-%D0%BF>
13. Rudenko, Y.S. (2017). Proactive security management of port infrastructure objects (PhD dissertation). Retrieved from: http://opu.ua/upload/files/diss/new_diss/diss_Rudenko_Ev.pdf
14. Online edition "Timer" (2018). Odessa: more than 4 thousand containers have been accumulated in the port - the owners are afraid of customs. Retrieved from: <http://timer-odessa.net/news/odes->

-
- sa_v_portu_skopilos_bolee_4_tisyach_konteynerov_vladeltsi_boya_tsy_a_tamojni_100.html*
15. SiF-service Ltd. (2018). *Odessa seaport*. Retrieved from: <http://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/porty-ukrainy/morskie-porty/item/27-odessa-morskoy-port>
 16. GoodLogistics company. (2018). *Odessa seaport on the way to development*. Retrieved from: <https://goodlogistics.com.ua/blog/odesskiy-morskoy-port-na-puti-k-razvitiyu/>
 17. Zakharov O. (2018). *Odessa, a pearl without a sea. Part 1: "greenery" against ecology*. Retrieved from: <http://argumentua.com/stati/odessa-zhemchuzhina-bez-morya-chast-1-zelen-protiv-ekologii>
 18. The Main Department of Statistics in Odessa Region (2018). *Cargo turnover and volumes of cargo transportation in January-August 2018*. Retrieved from: <http://www.od.ukrstat.gov.ua>
 19. *State building norms of Ukraine*. (2018). *Planning and building of territories: ДБН Б.2.2.-12: 2018*. Retrieved from: http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802

Стаття надійшла до редакції 20.04.2018 р.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ
В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ**

Р.А. Варбанець

д.т.н., професор, зав. кафедри «Суднові енергетичні установки
і технічна експлуатація»

Одеський національний морський університет

Є.В. Белоусов

к.т.н., декан судномеханічного факультету

Херсонська державна морська академія (ХДМА)

О.В. Єриганов, В.О. Маулевич, Н.І. Александровська

викладачі кафедри «Суднові енергетичні установки
і технічна експлуатація»

І.П. Крижановська

аспірант кафедри «Морські та річкові порти, водні шляхи
та їх технічна експлуатація»

Одеський національний морський університет

Анотація. Розглянуто можливість застосування методу безградієнтної n -параметричної мінімізації Powell'64 в задачах моніторингу робочого процесу суднових дизелів. Наведені приклади пошуку глобального мінімуму тестової функції Розенброка. За допомогою методу Powell'64 мінімізуються функціонали МНК в задачах синхронізації і моделювання кривих стиснення-розширення в робочому циліндрі. Показані випадки розрахунку синхронізації даних для малооборотних двотактних і середньооборотних чотиритактних суднових дизелів. Завдання синхронізації вирішується на базі рівняння $P' = 0$, складеного для ділянки від початку стиснення до початку згоряння в циліндрі. Показаний вибір граничних умов моделювання. Перевагою використання методу Powell'64 є його висока ефективність для квадратичних функціоналів. На відміну від градієнтних методів, метод Powell'64 не вимагає розрахунку похідних і є універсальним для мінімізації складних нелінійних функціоналів загального вигляду. Оригінальний авторський алгоритм синхронізації даних шляхом аналізу індикаторних діаграм, в якому використовується метод Powell'64, застосований в останніх версіях систем моніторингу суднових дизелів D4.0H.

Ключові слова: безградієнтна мінімізація, функція Розенброка, робочий процес дизеля, політропи стиснення, функціонал.

© Варбанець Р.А., Белоусов Є.В., Єриганов О.В., Маулевич В.О.,
Александровська Н.І., Крижановська І.П., 2018

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ
В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ****Р.А. Варбанец**д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Судовые энергетические установки
и техническая эксплуатация»*Одесский национальный морской университет***Е.В. Белоусов**

к.т.н., декан судомеханического факультета

*Херсонская государственная морская академия
(ХГМА)***А.В. Ерыганов, В.О. Маулевич, Н.И. Александровская**
преподаватели кафедры «Судовые энергетические установки
и техническая эксплуатация»**И.П. Крыжановская**аспирант кафедры «Морские и речные порты, водные пути
и их техническая эксплуатация»*Одесский национальный морской университет*

Рассмотрена возможность применения метода безградиентной n -параметрической минимизации Powell'64 в задачах мониторинга рабочего процесса судовых дизелей. Приведен пример поиска глобального минимума тестовой функции Розенброка. С помощью метода Powell'64 минимизируются функционалы МНК в задачах синхронизации и моделирования кривых сжатия-расширения в рабочем цилиндре. Показаны случаи расчета синхронизации данных для малооборотных двухтактных и среднеоборотных четырехтактных судовых дизелей. Задача синхронизации решается на базе уравнения $P' = 0$, составленного для участка от начала сжатия до начала сгорания в цилиндре. Показан выбор граничных условий моделирования. Преимуществом использования метода Powell'64 является его высокая эффективность для квадратичных функционалов. В отличие от градиентных методов, метод Powell'64 не требует расчета производных и является универсальным для минимизации сложных нелинейных функционалов общего вида. Оригинальный авторский алгоритм синхронизации данных путем анализа индикаторных диаграмм, в котором используется метод Powell'64, применен в последних версиях систем мониторинга судовых дизелей D4.0H.

Ключевые слова: безградиентная минимизация, функция Розенброка, рабочий процесс дизеля, политропа сжатия, функционал.

УДК 629.1.07+51-74

**APPLICATION OF THE OPTIMIZATION METHOD IN THE OBJECTIVES
OF THE ANALYSIS OF THE WORKING PROCESS OF SHIP DIESELS**

R.A. Varbanets

doctor of technical sciences, professor, head of the department
«Ship power plants and technical operation»

E.V. Belousov

Ph.D., the dean of the ship mechanics faculty

Kherson State Maritime Academy (KSMA)

A.V. Yeryganov, V.O. Maulevych, N.I. Aleksandrovskaya

teachers of the department «Ship power plants and technical operation»

I.P. Kryzhanovskaya

post-graduate student of the department
«Sea and river ports, waterways and their technical operation»

Odessa National Maritime University

The article touches upon the possibility of using the method of gradientless n -parametric minimization of Powell'64 in tasks of monitoring the working process of marine diesel engines. There is given an example of finding a global minimum of the Rosenbrock test function. Using the Powell'64 method, the Least-squares functionals in the synchronization and modelling tasks of compression-expansion curves in the working cylinder are minimized. The calculation results of data synchronization for low-speed two-stroke and medium-speed four-stroke marine diesel engines are shown. The synchronization problem can be solved in terms of equation $P' = 0$ derived for the sector from compression starting to combustion starting in the cylinder. The selection of the boundary conditions for simulation is shown. The advantage of Powell'64 method is its high efficiency for quadratic functionals. As opposed to gradient methods, the Powell'64 method does not require calculating derivatives and is universal for minimizing complex nonlinear general functionals. The original author's algorithm of data synchronization by analyzing the indicator diagrams using the Powell'64 method has been applied in the latest versions of monitoring systems of D4.0H marine diesel engine.

Keywords: *non-gradient minimization, the Rosenbrock function, diesel engine operation, compression polytrope, functional, the Least-squares method.*

Введення і постановка проблеми. Дослідження параметрів робочого процесу суднових дизелів в кінцевому підсумку зводиться до задачі циклічного аналізу індикаторних діаграм в робочих циліндрах [1]. При цьому повинна бути вирішена задача синхронізації даних – переклад діаграм тиску з функцій часу в функції від кута повороту колінчастого вала

(ПКВ) [2; 3]. Для представлення індикаторних діаграм у вигляді $P(V)$, $P(\varphi)$ або $T(S)$ залежностей необхідно мати якомога більш точну відповідність між тисками в циліндрі і кутами ПКВ. Для цього використовуються датчики на маховику двигуна (pick-up sensors [4]), які вимірюють фазу ПКВ синхронно з датчиками тиску в циліндрі. Далі, знаючи геометрію циліндра і кривошипно-шатунного механізму (КШМ), відбувається перерахунок ПКВ в обсяги надпоршневого простору [3].

Проблема полягає в тому, що апаратне визначення фаз ПКВ за допомогою pick-up sensors, налаштованих в статистиці, матиме похибки під час роботи двигуна під навантаженням. Основні складові цієї похибки наступні:

- вибірка мікролюфтів КШМ при знакомінному навантаженні;
- крутильні коливання і скручування колінчастого вала;
- хвильові ефекти і затримка сигналу тиску при пригоді їм шляху

від умовного центру камери згоряння до мембрани датчика в разі вимірювання тиску через канал індикаторного крана.

Остання складова може бути дуже істотною (до 8° ПКВ на середньооборотних СОД і до 12° ПКВ на високооборотних дизелях) [5]. А в зв'язку з тим, що всі переносні системи моніторингу використовують саме цей спосіб вимірювання тиску і це є звичайною практикою індиціювання судових дизелів, можна сміливо припустити, що використання pick-up sensors для переносних систем взагалі недоцільно. Проблему пропонується вирішити за допомогою аналітичного методу синхронізації, що включає розрахунок ВМТ і базується на застосуванні безградієнтної n-параметричної оптимізації Powell'64.

Стан проблеми. В результаті аналізу останніх публікацій і досліджень видно в першу чергу, що завдання визначення положення ВМТ є важливою складовою моніторингу робочого процесу, оскільки від точності її рішення істотно залежить розрахункове значення середнього індикаторного тиску і індикаторної потужності циліндра.

У загальному вигляді залежність похибки розрахунку індикаторної потужності від похибки ВМТ показана в роботі М. Tazerout – на кожен градус похибки доводиться до 9 % розрахункового значення потужності [6].

Термодинамічні методи розрахунку і коригування положення ВМТ запропоновані в роботах [5; 6]. Вони засновані, зокрема, на розрахунку ентропії при відомих значеннях тиску в циліндрі. Коментуючи їх, можна відзначити, що наявність цифрових і аналогових шумів при вимірюванні тиску в циліндрі може значно знизити точність складних розрахунків. Чисельне визначення першої, а тим більше другої похідної не має сенсу без спеціальної обробки вихідних даних (наприклад, за допомогою фільтрів, заснованих на швидкому перетворенні Фур'є Low Pass FFT Filter [7]).

Попередній розрахунок положення ВМТ можна зробити, базуючись на роботі [8], в якій доводиться, що кут, який відповідає максимуму

першої похідної тиску на ділянці стискання, для даного двигуна є фактично сталою величиною.

В роботах [9; 10] показано, що обсяг циліндра над поршнем у зазначеній точці може бути розрахований за допомогою відомих геометричних розмірів циліндра і значень $P(\varphi)$ і $P'(\varphi)$, отриманих з індикаторної діаграми. Далі може бути визначений обсяг камери стиснення і положення ВМТ. Гарний теоретичний висновок даного положення, на жаль, також складно використовувати на практиці, оскільки точність розрахунку обсягу камери стиснення і положення ВМТ сильно залежить від шумів записаної діаграми тиску. Застосування Low Pass фільтра [7] необхідно обґрунтовувати для кожного конкретного випадку, з огляду на параметри аналого-цифрового перетворення, дискретність і аналогові шуми при вимірюванні тиску в робочих циліндрах за допомогою датчиків різних фірм.

Метою даної публікації є аналіз рішення задачі визначення положення ВМТ за допомогою моделювання кривої швидкості стиснення. При аналізі використовується частина даних індикаторної діаграми до початку згоряння, за якими визначаються коефіцієнти моделі $P'(\varphi)$. При цьому мінімізуються функціонали, складені відповідно до вимог методу найменших квадратів (МНК)

$$F = \sum_{i=1}^{l_2} \sigma_i [P'(\varphi_i) - P'_i]^2 \rightarrow \min;$$
$$\bar{F} = \sum_{i=1}^{l_2} \sigma_i [P'(\varphi_i) / P'_i - 1]^2 \rightarrow \min,$$

де l_1, l_2 – межі моделювання, які визначаються від початку стиснення до початку згоряння;

P'_i – значення перших похідних, отримані за допомогою методів чисельного диференціювання індикаторної діаграми;

σ_i – вагові функції.

Мінімізацію зазначеного функціоналу пропонується провести за допомогою методу безградієнтної мінімізації Powell'64 [11; 12]. Цей метод дозволяє визначити мінімум нелінійної функції n -змінних шляхом успішних пошуків уздовж системи сполучених напрямків [11]. Метод Powell'64 не використовує похідних для здійснення пошуку, що вельми зручно в практичних розрахунках. Крім того, він є ефективним не тільки для квадратичних функцій, але і для нелінійних n -параметричних функцій загального вигляду.

Приклад використання методу Powell'64 на тестовій функції.

Покажемо спочатку роботу нелінійного методу n -параметричної безградієнтної мінімізації по зв'язаним напрямкам Powell'64 на прикладі тестової функції Розенброка [11]

$$Z(x_1, x_2) = 100(x_1 - x_2^2)^2 + (1 - x_1)^2.$$

Відома нелінійна двохпараметрична функція Розенброка часто використовується для тестування методів мінімізації в зв'язку з її специфічною формою. Її легко уявити візуально (рис. 1) – вона представляє собою вигнутий яр з крутими схилами і довгим слабо мінливим криволінійним дном. Її мінімум ($Z = 0$) знаходиться в точці $[x_1 = 1, x_2 = 1]$.

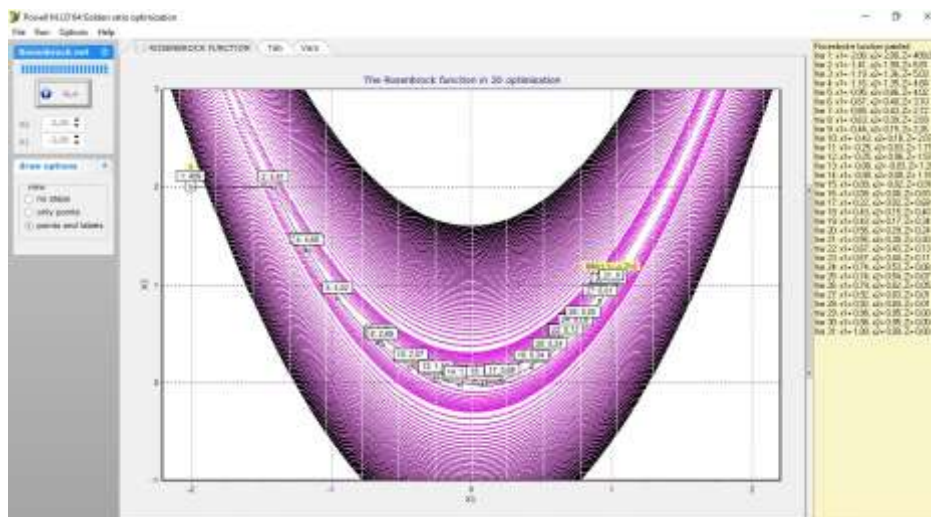


Рис. 1. Пошук мінімуму функції Розенброка [11]
за допомогою методу Powell'64 (копія екрану інтерфейсу тестового ПО)

Специфіка пошуку мінімуму функції Розенброка полягає в тому, що якщо задати початкову точку пошуку $[x_1 = -2, x_2 = 2]$ ($Z = 3609$), яка відносно точки мінімуму знаходиться з іншого боку криволінійного яру, то метод мінімізації повинен обійти все криволінійне дно функції і вийти на точку глобального мінімуму. Від того, наскільки швидко буде знайдений мінімум функції Розенброка з незручної початкової точки пошуку $[x_1 = -2, x_2 = 2]$, залежить ефективність того чи іншого методу мінімізації. Враховується загальна кількість ітерацій методу і кількість розрахунків самої функції Розенброка.

Використання пов'язаних [11; 12] напрямків пошуку є ефективним алгоритмом для квадратичних n -параметричних функцій і, відповідно, для вирішення завдань МНК. У спеціальній літературі з аналізу методів мінімізації [11] зазначено, що ряд градієнтних методів, зокрема метод найшвидшого спуску, виявляється неефективним для деяких квадратичних функцій. Наприклад, в даному випадку, при початковій точці пошуку $[x_1 = -2, x_2 = 2]$, градієнтні методи можуть виробляти велику кількість обчислень функції Розенброка, визначаючи локальні мінімуми між бічними схилами яру і при цьому повільно рухаючись в сторону глобального мінімуму. Застосований в методі Powell'64 алгоритм пошуку по зв'язаним напрямкам позбавлений цього недоліку.

З кожного локального мінімуму на наступній ітерації, при необхідності, відбувається поворот осей в сполучених напрямках [12], і рух в бік глобального мінімуму відбувається великими кроками по дну яру функції (рис. 2). Покроковий алгоритм методу Powell'64 описаний в [11].

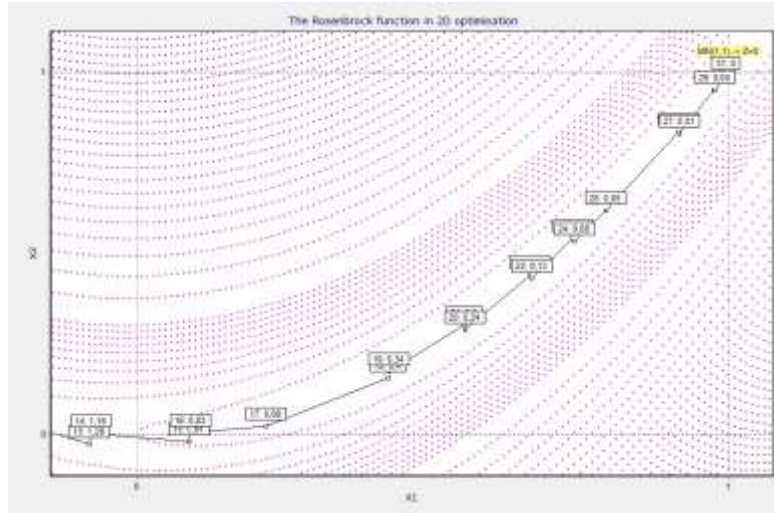


Рис. 2. Етапи пошуку функції Розенброка [11] в районі «точка мінімуму»
(копія екрану інтерфейсу тестового ПО)

У даній публікації використовується модифікація методу Powell'64, яка передбачає використання методу «золотого перетину» (GM) [11] при пошуку локальних мінімумів в напрямку осей. В оригінальному методі використовується пошук мінімуму в осьових напрямках за допомогою квадратичної функції [12]. Виявилось, що ефективність методу «золотого перетину» вище, ніж у методу послідовного розподілу навпіл, і істотно перевершує ефективність пошуку непослідовними методами [11]. Пошук GM заснований на розбитті відрізка прямої на дві частини, ϕ^1 і ϕ^2 , при цьому відношення довжини всього відрізка до більшої частини дорівнює відношенню більшої частини до меншої. Відрізки пропорційні числам Фібоначчі

$$\phi^1 = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0,62; \quad \phi^2 = \frac{3-\sqrt{5}}{2} \approx 0,38; \quad \phi^1 + \phi^2 = 1.$$

На думку авторів, використання методу «золотого перетину» більш ефективно для нелінійних функцій загального вигляду, для яких розрахунок за допомогою оригінального алгоритму [12] часто призводить до переповнення регістрів пам'яті комп'ютера, що вимагає необхідного спеціального контролю.

У загальному випадку градієнтні методи дають велику швидкість пошуку, але необхідність завдання приватних похідних за параметрами пошуку ускладнює оптимізаційних задач і може служити причиною помилок, які важко виявляються.

В даному випадку кількість загальних ітерацій при пошуку мінімуму функції Розенброка з поворотом осей в сполучених напрямках складо 31 (див. рис. 2). На рис. 2 видно, що метод Powell'64 вже на другий ітерації швидко визначає положення дна яру функції і потім здійснює великі ефективні кроки в бік глобального мінімуму по дну яру (рис. 3). Порівняльний аналіз методів n -параметричної нелінійної мінімізації, наведений в [11], показує, що метод Powell'64 є найбільш ефективним методом пошуку мінімумів n -параметричних нелінійних функцій загального вигляду без використання похідних.

Найчастіше мінімізуємий функціонал являє собою складну нелінійну функцію загального вигляду або є результатом роботи алгоритму зі складною умовно змінюємою структурою. В цьому випадку для пошуку мінімуму такого функціоналу задаються граничні умови по незалежним змінним, в рамках яких повинен бути знайдений мінімум. Використання перших, а тим більше других похідних по незалежним змінним, часто виявляється незручним для дослідників, так як у більшості випадків дослідники модифікують свій алгоритм, і чисельне наближення похідних ускладнює процес досліджень, будучи джерелом помилок, які важко виявляються. Використання ж алгоритму Powell'64 не пов'язане з похідними і має ефективність, яка не поступається градієнтним методам [11; 12].

Алгоритм визначення ВМТ за допомогою рівняння $P'(\varphi) = 0$.

Для рішення цієї задачі використовується той факт, що при відсутності згоряння в циліндрі швидкість зміни тиску в ВМТ дорівнює нулю [5], за вирахуванням термодинамічної зміщення, пов'язаного з передачею тепла в стінки циліндра (рис. 3) [3; 10]

$$\frac{dP}{d\varphi_{\text{ВМТ}}} = 0; p'_{\varphi-\delta\varphi_T} = p'_{\Theta} = 0.$$

З урахуванням термодинамічного фазового зсуву в ВМТ ($\varphi = 0$) $\Theta = -\delta\varphi_T$.

Тоді вираз для швидкості зміни тиску на ділянці стиснення можна записати як

$$\frac{dP_{\text{comp}}}{d\Theta} = -P_a V_a^{n_1} n_1 \frac{1}{V_{\Theta}^{n_1+1}} \cdot \frac{dV_{\Theta}}{d\Theta}, \quad (1)$$

де P_a – тиск на початку стиснення;

$V_{\Theta} = V_{\varphi-\delta\varphi_T}$ – об'єм циліндра;

$$V_{\varphi} = V_c + 0,5V_s \left[1 + \frac{1}{\lambda_{III}} - \cos \varphi - \frac{1}{\lambda_{III}} \sqrt{1 - (\lambda_{III} \sin \varphi)^2} \right];$$

$V_s = V_c(\varepsilon - 1)$ – обсяг, описуваний повним ходом поршня;

V_c – обсяг камери стиснення;

$\lambda_{III} = R_{кр} / L_{III} = S/2L_{III}$ – відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна;

V_a – об'єм циліндра на початку стиснення;

n_1 – показник політропи стиснення.

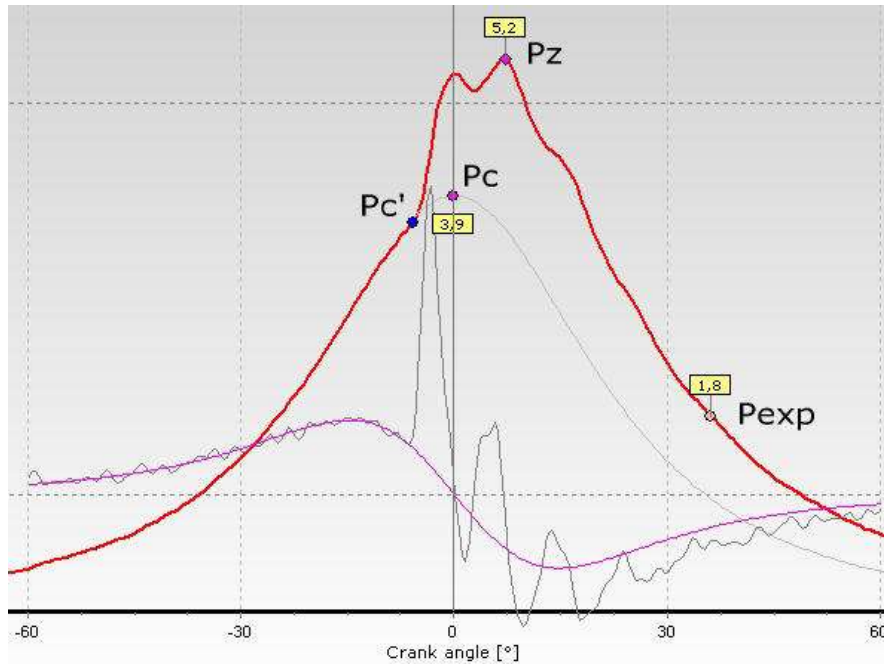


Рис. 3. Моделювання $dP/d\varphi$ на ділянці стиснення:
 P_c' – тиск початку згоряння; P_c – тиск в кінці стиснення;
 P_z – максимальний тиск згоряння палива;
 P_{exp} – тиск в точці 36° за ВМТ

Після нескладних перетворень права частина рівняння (1) перетворюється в нелінійне трансцендентне рівняння щодо кута ПКВ

$$\frac{dP_{comp}}{d\varphi} = -P_a V_a^{n_1} n_1 \frac{1}{V_{\varphi}^{n_1+1}} \cdot 0,5V_s \left(\sin \varphi + \frac{\lambda_{III} \sin \varphi \cos \varphi}{\sqrt{1 - \lambda_{III}^2 \sin^2 \varphi}} \right) \quad (2)$$

Дійсний корінь рівняння (2) визначається за допомогою чисельного методу (наприклад, BISETT [11]) в діапазоні між абсциссами максимумів $P'(\varphi)$ на ділянках стискування і згоряння ($[P'^{\max 1}, P''^{\max 2}]$, рис. 4). Цей корінь являє собою розрахункове значення ВМТ.

У процесі розрахунку алгоритм Powell'64 використовується двічі: спочатку для попередньої оцінки положення ВМТ за допомогою синусоїдальної моделі, потім остаточний розрахунок шляхом моделювання швидкості зміни тиску. Метод Powell'64 використовується для мінімізації функціоналу, записаного відповідно до вимог МНК

$$F = \sum_{j=1}^m \left(P'_j - \frac{dP_{comp}}{d\varphi_j} \right)^2 \mapsto \min ,$$

де m – кількість точок на ділянці до P_c' .

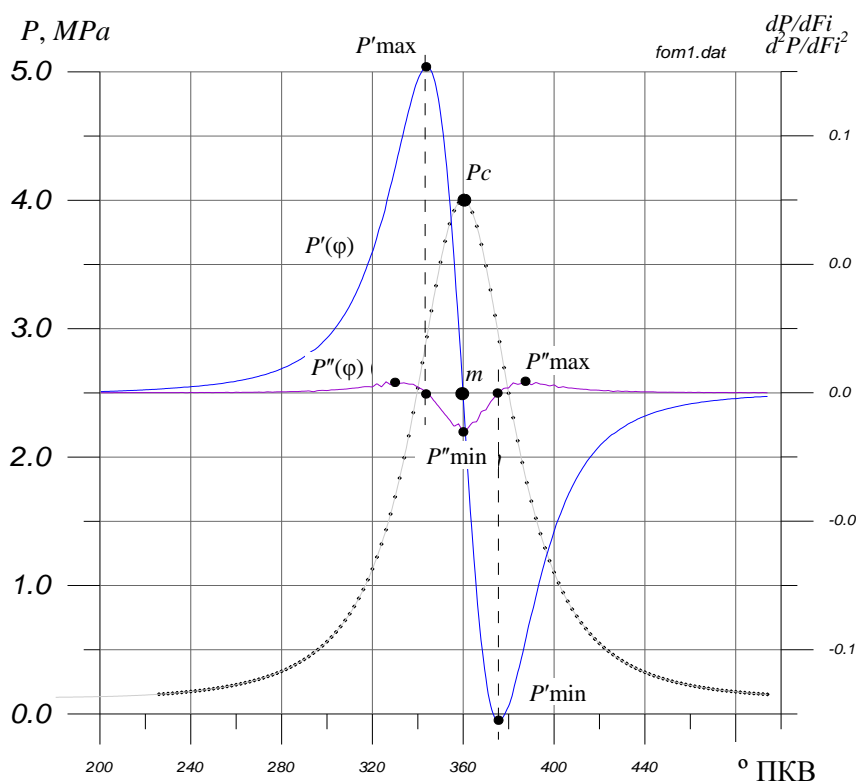


Рис. 4. Графіки $p(\varphi)$, $p'(\varphi)$, $p''(\varphi)$ стиснення-розширення СОД ЧН25/34

На рис. 5 представлений графік швидкості зміни тиску, отриманий за допомогою методів чисельного диференціювання кривої $P(\varphi)$.

На графіку другої похідної (рис. 5) показані контрольні точки, що визначають положення ВМТ (точка m), а також граничні точки для побудови лінійної і синусної моделей. В окремих випадках пошук коефіцієнтів моделі (1) зручніше проводити шляхом пошуку мінімуму другої похідної $P''(\varphi)$.

Для випадку аналізу довільного ряду значень тиску, де представлені кілька послідовно записаних в пам'ять робочих циклів, попередню оцінку значень ВМТ (точка m) кожного циклу зручніше проводити пошуком локальних мінімумів $d^2P/d\varphi^2 \rightarrow \min$ (рис. 4).

Крім того, при розрахунку попередньої синхронізації, в синусоїдальній і лінійній моделях використовуються координати точок B і C , де $B = P'_{\max}$, а $C = P'_{\max}$.

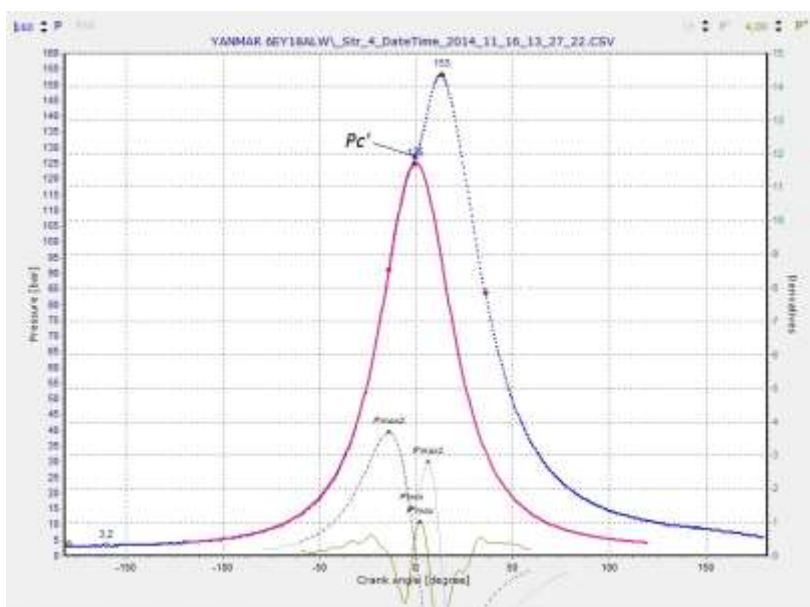


Рис. 5. Індикаторна діаграма $P(\varphi)$ і моделі P' , P'' середньооборотного дизеля Yanmar 6EY18ALW (копія екрану тестового ПО)

Ці координати розраховуються як позитивні коріння нелінійного рівняння $\frac{d^2P}{d\varphi^2} = 0$, де область визначення коренів $\varphi \in [2\pi - \Delta\varphi, 2\pi + \Delta\varphi]$, де $\Delta\varphi \leq 20^\circ$ ПКВ.

Для визначення лівої межі в попередній синхронізації по синусоїдальній моделі використовується ліва координата максимуму другої похідної. У цьому випадку проводиться пошук локального максимуму $\frac{d^2P}{d\varphi^2} \rightarrow \min$ на області визначення значень кутів φ

$$\varphi \in [2\pi - \Delta\varphi, 2\pi],$$

де $\Delta\varphi \leq 30^\circ$ ПКВ.

В кінцевому підсумку уточнювалися чисельні значення коефіцієнтів $dP_{comp}/d\varphi$, розраховані по записаним точкам ділянки кривої швидкості зміни тиску до початку згоряння, і уточнювалося справжнє значення ВМТ як кут, при якому швидкість зміни тиску дорівнює нулю.

Приклад рішення задачі визначення ВМТ за допомогою методу Powell'64. Визначення положення ВМТ за допомогою моделювання кривої швидкості стиснення $P'(\varphi)$ і подальшого вирішення рівняння $P'(\varphi) = 0$ є, на думку авторів, найбільш ефективним на практиці методом.

Для вирішення завдання використовується той факт, що при відсутності згоряння в циліндрі швидкість зміни тиску в ВМТ дорівнює нулю. Цифрові і аналогові шуми в вихідних даних ускладнюють моделювання ділянки стиснення на індикаторній діаграмі, але це завдання вирішується за допомогою, наприклад, Butterworth LowPass FFT Filter [7].

На рис. 5. представлено вирішення завдання визначення ВМТ вищевказаним алгоритмом для суднового середньооборотного дизеля Yanmar 6EY18ALW. Початок згоряння палива в даному випадку – до ВМТ, і цей випадок складніший для розрахунку, ніж випадок з розрахунком малооборотних дизелів з пізнім уприскуванням палива. Інтервал моделювання кривої стиснення: від початку стиснення (закриття клапанів МГР) до початку впорскування палива в циліндр. Фазу початку згоряння P_c' було б зручно розглядати в якості правої межі, так як для цього достатньо наявності лише самої діаграми $P(\varphi)$ [13]. Однак якщо розглядати праву межу як фазу початку згоряння, то в ділянку моделювання потрапляє частина даних після уприскування палива, які вже не уявляють собою політропи стиснення внаслідок випаровування палива, відбору на це частини енергії і часткового зниження тиску в циліндрі [14].

При використанні методів вібродіагностики паливної апаратури високого тиску можна визначити фазу початку впорскування палива в циліндр [5]. У всіх інших випадках необхідно враховувати затримку самозаймання палива і зрушувати на неї праву межу моделювання кривої стиснення щодо точки початку згоряння (P_c' , рис. 5).

Висновок. Алгоритм програмної синхронізації даних робочого процесу був розроблений і вперше застосований в переносних системах DEPAS 2.34 [5]. Остання модифікація алгоритму застосовується в системах DEPAS D4.0HT і отримала назву PLS-алгоритм (Phase Less Synchronization algorithm).

У всіх випадках, де проводився пошук локальних мінімумів і максимумів нелінійних функцій від двох і більше змінних, використовувався метод мінімізації по зв'язаних напрямках, що не використовує похідні – метод Powell'64. Метод виявився стійким навіть для випадку 7 % «зашумленість» даних білим шумом (оцінка рівня шумів для даних, отриманих системою D4.0H «корисний сигнал / шум» оцінюється в 3 %) [5; 13].

Незважаючи на те, що, по суті, метод Powell'64 – це метод пошуку з умовним закінченням ітерацій, вдалося сформулювати такі початкові умови, при яких загальний час виконання завдання синхронізації виявилося прийнятно малим (одиниці мілісекунд) для більшості сучасних контролерів.

Накопичений досвід роботи в області моніторингу робочого процесу судових дизелів дозволяє стверджувати наступне: використання PLS-алгоритму при практичному індиціюванні СДВЗ більш переважно з таких міркувань:

1) автоматичний облік похибок визначення ВМТ (установка фазового датчика і маркування маховика виконується на зупиненому двигуні. Під час роботи дизеля ВМТ зміщується через скручування колінчастого вала, пропорційно навантаженню збільшується на далеких від маховика циліндрах; через крутильні коливання; зазорів в КШМ та інших факторів, які неможливо врахувати в «статичі»):

- PLS-алгоритм автоматично враховує вплив скручування колінчастого вала на навантаженому двигуні;

- PLS-алгоритм автоматично враховує вплив невідповідності між справжнім станом ВМТ і маркуванням на маховику, що виникає внаслідок можливої неточності маркування маховика, впливу зазорів в деталях КШМ і інших експлуатаційних факторів;

- PLS-алгоритм автоматично враховує вплив кінцевої швидкості проходження хвилі тиску в каналі індикаторного крана (від камери згоряння до мембрани датчика тиску);

2) можливість виробляти індиціювання без попередньої підготовки двигуна (під час роботи з системами моніторингу робочого процесу, що використовують апаратну синхронізацію, найбільш трудомістка і тривала частина налаштування системи – установка фазового датчика і маркування маховика):

- застосування PLS-алгоритму дозволяє виробляти індиціювання дизеля безпосередньо в процесі його експлуатації без примусової зміни режиму його роботи і без спеціальної підготовки, яка необхідна при апаратній синхронізації даних;

- в разі застосування PLS-алгоритму відсутні часові та фінансові витрати на установку фазових датчиків;

- PLS-алгоритм дозволяє створити універсальну переносну малогабаритну систему діагностичного контролю робочого процесу транспортних дизелів [1; 5; 13].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Varbanets R., Karianskiy A. *Analyse of marine diesel engine performance // Journal of Polish CIMAC. Energetic Aspects. Gdansk: Faculty of Ocean Engineering and Ship Technology Gdansk University of Technology. 2012. – Vol. 7. – №. 1. – P. 269-275.*

2. Staś M. *An Universally Applicable Thermodynamic Method for T.D.C. Determination* // SAE Technical Paper 2000-01-0561, 2000. URL: <http://papers.sae.org/2000-01-0561/>. DOI: 10.4271/2000-01-0561.
3. Heywood J. B. *Internal Combustion Engine Fundamentals: First Edition*. McGraw-Hill Education, 1988. 930 p.
4. CCM – COMBUSTION MONITORING SYSTEM. URL: <http://www.imes.de/cms.html>.
5. Варбанец Р. А. *Диагностический контроль рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации: Дис. ... д-ра техн. наук. Одесса: Одес. национ. морск. акад., 2010. – 314 с.*
6. Tazerout M., Le Corre O., Rousseau S. *TDC Determination in IC Engines Based on the Thermodynamic Analysis of the Temperature-Entropy Diagram* // SAE Technical Paper 1999-01-1489, 1999. URL: <http://papers.sae.org/1999-01-1489/> DOI: 10.4271/1999-01-1489.
7. Butterworth filter. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Butterworth_filter
8. Ерыганов А.В., Варбанец Р.А. *Определение степени сжатия дизеля по результатам индицирования рабочего процесса* // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 44-49.*
9. Семенов В.С. *Современные проблемы теории судовых дизелей. М.: В/О Мортехинформреклама, 1991. – 112 с.*
10. Ваншейдт В. А. *Судовые двигатели внутреннего сгорания. – Л.: Судостроение, 1977. – 392 с.*
11. Химмельблау Д. *Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 525 с.*
12. Powell M. J. D. *An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives* // *Computer J. – 1964. – № 7. – P. 155.*
13. Варбанец Р.А., Головань А.И., Кучеренко Ю.Н. *Мониторинг частотных параметров судового дизеля с турбонаддувом* // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2013. – № 1. – С. 103-110.*
14. Белоусов Е.В. *Топливные системы современных судовых дизелей: Учебн. пособие. – Херсон: ХГМА, 2014. – 267 с.*

Стаття надійшла до редакції 26.03.2018 р.

УДК 621.791.927

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.10>

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЛЬЦЕВ
КОВШОВОЙ ЦЕПИ ЗЕМЛЕЧЕРПАЛОК**

О.И. Стальниченко

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология материалов»

Одесский национальный морской университет

А.И. Сабуров

к.т.н., доцент, начальник мореходного училища им. А.И. Маринеско

А.В. Опарин

к.т.н., доцент, начальник морского колледжа

Национальный университет «Одесская морская академия»

Аннотация: В статье рассмотрены результаты исследований по поиску способов восстановления пальцев черпаковой цепи землечерпалок, а также наплавочных материалов для этой цели.

Приведены результаты наплавки, их микроструктуры, механические свойства после восстановления.

Ключевые слова: наплавка, твердость, черпаковая цепь, напыление, микроструктуры.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МАТЕРІАЛІВ
ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПАЛЬЦІВ
КОВШОВОГО ЛАНЦЮГА ЗЕМЛЕЧЕРПАЛОК**

О.І. Стальніченко

к.т.н., професор, завідувач кафедри «Технологія матеріалів»

Одеський національний морський університет

О.І. Сабуров

к.т.н., доцент, начальник морехідного училища ім. О.І. Маринеско

А.В. Опарін

к.т.н., доцент, начальник морського коледжу

Національний університет «Одеська морська академія»

Анотація: У статті розглянуто результати досліджень з пошуку способів відновлення пальців черпакового ланцюга землечерпалок, а також наплавальних матеріалів для цієї мети.

Наведено результати наплавлень, їх микроструктури, механічні властивості після відновлення.

Ключові слова: наплавлення, твердість, черпаковий ланцюг, напилення, микроструктури.

© Стальниченко О.И., Сабуров А.И., Опарин А.В., 2018

UDC 621.791.927

**INVESTIGATION OF METHODS AND MATERIALS
FOR REDUCING THE FINGERS
OF THE BUCKETS OF THE LAND-BOATS**

Stalnichenko O.

Ph.D., professor, head of the Department «Technology of Materials»

Odessa National Maritime University

Saburov A.

Ph.D., associate Professor

Nautical school named. A.I. Marinesco

Oparin A.

Ph.D., Associate Professor Head of the Marine College

National University «Odessa Maritime Academy»

Abstract: *The article examines the results of research on finding ways to restore the fingers of the scoop chain of excavators, as well as surfacing materials for this purpose.*

The results of surfacing, their microstructure, and mechanical properties after the reduction are given.

Keywords: *surfacing, hardness, scoop chain, spraying, microstructures.*

Специфика работы судов технического флота накладывает свой отпечаток на их архитектуру, что значительно отличает их от транспортных судов своим внутренним устройством, а также наличием специального оборудования.

Кроме стандартного оборудования, общего с транспортными судами (главные и вспомогательные двигатели внутреннего сгорания и др.), многочерпаковый дноуглубительный снаряд, являющийся орудием извлечения грунта со дна акватории механическим способом, имеет в своем составе оборудование специфического назначения.

Основой этого снаряда является цепь последовательно соединенных между собой грунтозаборных черпаков, ковшей, рис. 1.

Проведены исследования по выбору наиболее рационального способа восстановления деталей ковшовой цепи землечерпалок.

В результате исследования и изучения условий работы механизма черпаковой цепи выявилась номенклатура деталей, подлежащих восстановлению.

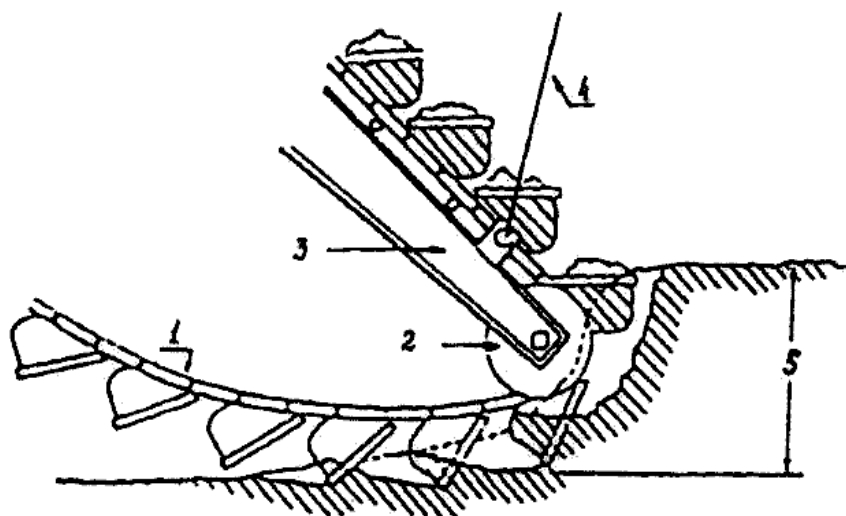


Рис. 1. Схема ковшовой цепи:

1 – ковшовая цепь; 2 – нижний барабан; 3 – ковшовая рама; 4 – подъемные канаты ковшовой рамы; 5 – глубина черпания

В первую очередь это пальцы черпаковых цепей землечерпалок типа «Десна», «Ильичевск» и других, т.к. по условию их взаимодействия с сопрягаемыми деталями в период рабочего процесса они испытывают большие локальные нагрузки, вызывающие значительные контактные напряжения и изнашивание из-за попадания в узлы сопряжения абразивных частиц, содержащихся в вынимаемом со дна грунте.

Эти детали имеют значительную массу, до 200 кг, и изготавливаются из сталей типа ГПЗЛ, 38ХНЗМА, 40ХН2МА, 35 ХГСА и др.

Анализ существующих способов восстановления геометрических размеров деталей показал, что для этих целей может быть применен способ напыления и электродуговая наплавка [1, 2].

Как показали исследования, напыление износостойких материалов на изношенную поверхность пальца черпаковой цепи, например, плазменным способом или электродуговой металлизацией с применением порошковых материалов, проволок сплошного сечения или порошковых проволок, может обеспечить нормальную работу деталей в узлах, не подверженных динамическим и локальным нагрузкам.

Учитывая условия работы пальцев черпаковой цепи землечерпалок, где удельное давление в сопрягаемых деталях достигает $15-40 \text{ кг/мм}^2$, а сдвиговые усилия превосходят силы сцепления частиц напыленного слоя металла, между собой и с поверхностью детали из-за высокой пористости, до 25-30 %, способ восстановления их геометрических размеров напылением с сохранением высокой прочности и износостойкости неприемлем, рис. 2.

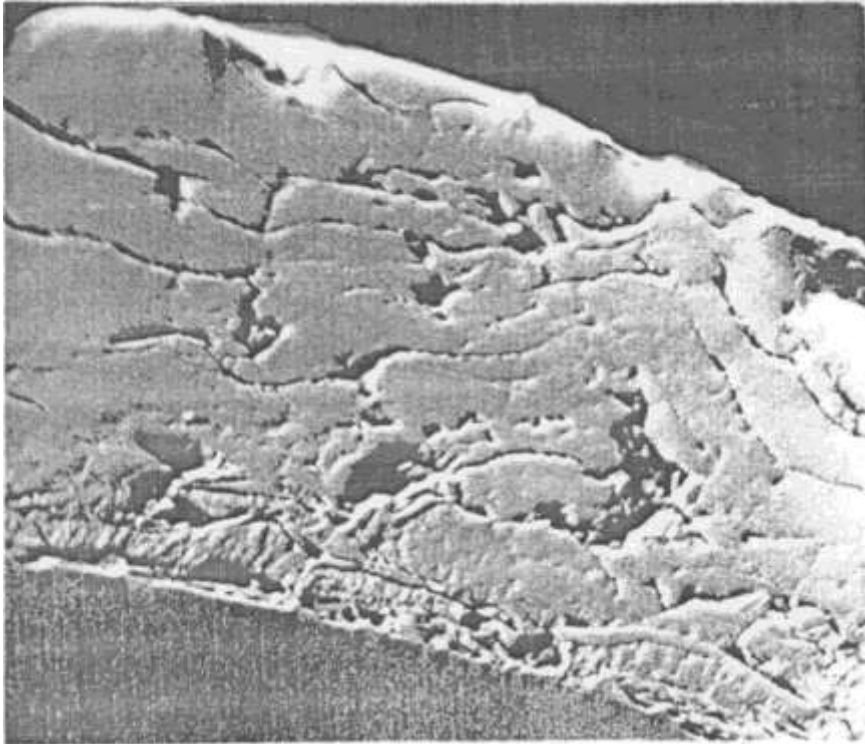


Рис. 2. Микроструктура напыленного материала

Наиболее рациональным применением способа напыления могут быть детали, работающие в условиях чистого трения и с граничной смазкой. Получаемое в процессе напыления пористое покрытие обладает способностью поглощать смазку и поэтому может успешно работать длительное время в условиях отсутствия дополнительной подачи смазки. Это свойство достаточно успешно можно использовать для втулок грунтовых насосов, предварительно пропитав их смазкой с добавкой дисульфида молибдена.

Электродуговая наплавка является одним из наиболее эффективных способов восстановления геометрических размеров деталей и повышения их износостойкости.

Механизированная наплавка электродуговым способом плавящимся электродом, которым могут быть проволока сплошного сечения, порошковая проволока, лента, порошковая лента, обладает высокой производительностью, позволяет получить значительную толщину наплавленного металла за один проход, обеспечивает достаточно высокую однородность химического состава металла шва.

Механизированная электродуговая наплавка обладает ещё и такими достоинствами, как непрерывность процесса, получаемого путем использования проволоки в виде больших мотков, наплавкой большими токами без перегрева электрода, применением специальных устройств для перемещения электрода относительно наплавляемой поверхности. Перечисленные преимущества явились определяющими при выборе способа восстановления пальцев ковшовой цепи землечерпалок.

Условия работы пальцев ковшовой цепи, характеризующиеся значительными удельными давлениями, а также абразивным износом, предъявляют особые требования к механическим свойствам наплавленного металла и, в первую очередь, по твердости и износостойкости.

Анализ материалов, применяемых для механизированной электродуговой наплавки, дающих поверхностную твердость порядка 50-60 HRC, показывает, что в основном это порошковые проволоки и ленты, имеющие в составе шихты легирующие элементы, образующие в наплавленном металле карбидные и карбоборидные соединения, обладающие высокой твердостью и износостойкостью.

Наибольшее распространение для высокопрочных наплавки получили порошковые проволоки ПП-АН-125, ПП-АН-170 и другие марки, аналогичного химического состава.

При наплавке деталей указанными проволоками поверхностная твердость достигает для ПП-АН-125 50-60 HRC, для ПП-АН-170 60-65 HRC.

Химический состав порошковых проволок ПП-АН-125 и ПП-АН-170 приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав порошковых проволок

Марка проволоки	Содержание элементов в % (средние значения)					
	C	Cr	Mn	Si	Ti	B
ПП-АН-170	0,7	20,0	0,6	0,6	0,2	3,0
ПП-АН-125	2,0	15,0	1,0	1,5	0,3	0,7

Особенностью наплавки поверхностей деталей порошковыми проволоками типа ПП-АН-170 и ПП-АН-125 является образование трещин в наплавленном металле, предотвратить которые, особенно на деталях, имеющих большие размеры, практически невозможно.

Кроме этого, наплавка порошковой проволокой ПП-АН-125 дает хорошее формирование валика наплавки.

В связи с этим были проведены экспериментальные работы по изысканию способа наплавки, предотвращающего образование трещин в наплавленном металле.

Наиболее применяемым оказался способ винтовой наплавки по предварительно наплавленному подслою из более пластичного материала с последующим наложением на него чередующихся валиков из высокопрочного материала и пластичного малоуглеродистого материала типа СВ-08А, рис. 3.

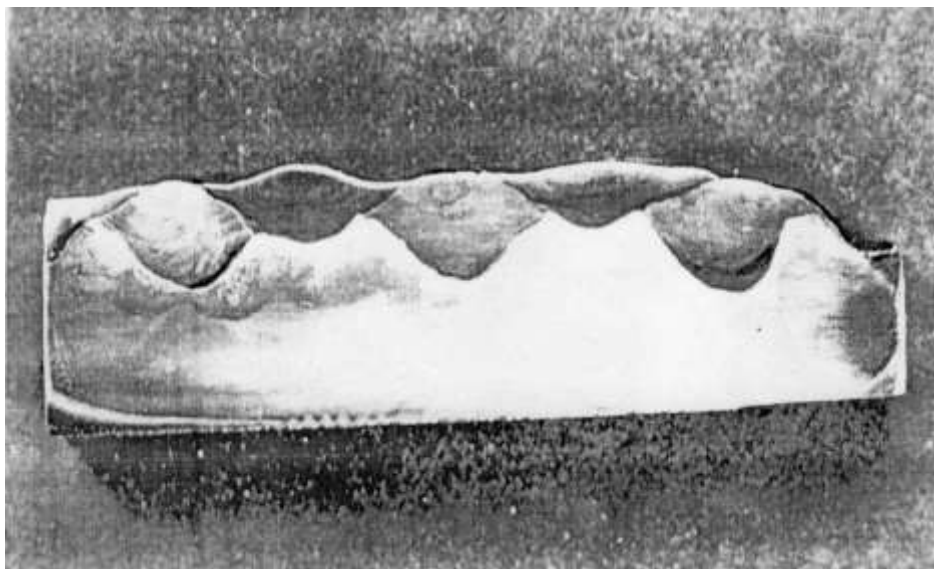


Рис. 3. Микрошлиф многослойной наплавки порошковой проволокой ПП-АН-170

Наплавка образцов и натуральных пальцев ковшовой цепи землечерпалок типа «Десна» и «Рион» имели поверхностную твердость порядка 55-60 HRC.

Такая высокая твердость не позволяет произвести механическую обработку наплавленной поверхности обычным способом, т.е. токарной обработкой.

Необходимо обрабатывать наплавленную поверхность шлифовальным кругом, приспособленным на токарном или на круглошлифовальном станке. Все это вызывает определенные трудности в условиях реального производства.

Учитывая эти обстоятельства, были продолжены поиски материалов, которые, наряду с высокой твердостью наплавленного слоя, позволяли производить обработку на токарном станке резцами.

Как показали исследования, наиболее приемлемой является порошковая проволока ПП-АН-122, наплавленный слой которой имеет мартенситную структуру и твердость до 45-50 HRC, достаточно хорошо обрабатывается резцами на токарном станке. Химический состав порошковой проволоки ПП-АН-122 приведен в таблице 2.

Таблиця 2
Хімічний склад порошкової проволоки ПП-АН-122

Марка проволоки	Содержание элементов в % (средние значения)					
	C	Cr	Mn	Si	Ti	B
ПП-АН-122	0,3	4,5	1,6	0,8	0,6	0,25

Наплавка порошкової проволокою ПП-АН-122 обладает резервом повышения поверхностной твердости.

После отжига, термообработки и отпуска поверхностная твердость наплавки составляет 50-55 HRC.

Анализ результатов исследований показывает, для восстановления пальцев ковшовой цепи землечерпалок приемлемыми являются порошковые проволоки ПП-АН-170 и ПП-АН-122 или другие новые марки порошковых проволок такого химического состава.

Использование разработанных технологий наплавки и предложенных наплавочных материалов позволит значительно снизить расходы на судоремонт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравцов Т.Г., Соляник А.Х. Выбор наплавочного материала для восстановления судовых валов // *Технология судостроения*. – 1987. – № 1. – С. 62-67.
2. Стальниченко О.И., Кравцов Т.Г. Перспективы использования напыления для восстановления и упрочнения судовых деталей. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1984. – С. 32.
3. Махненко В.И., Кравцов Т.Г. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров. – К.: Наукова думка, 1996. – 158 с.
4. Кравцов Т.Г., Стальниченко О.И. Новый подход к проектированию технологических процессов коррозионной наплавки судовых деталей // *Вісник ОНМУ: Зб.наук.праць*. – 2002. – № 9. – С.201.
5. Стальниченко О.И. Установка для наплавки цилиндрических деталей. – Одесса: ОНМУ, 2012. – 16 с.
6. Стальниченко О.И., Кравцов Т.Г., Крылов С.В. Новые методы восстановления деталей и использование их в судоремонте. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1987. – С. 70.

Стаття надійшла до редакції 23.03.2018 р.

**ОДНООБРАЗЦОВЫЙ МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ
СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ**

А.Г. Кобаков

к.т.н., доцент кафедры «Машиноведение»

Одесский национальный морской университет

Ю.М. Хомяк

к.т.н., доцент кафедры «Металлорежущие станки, метрология и сертификация»

Одесский национальный политехнический университет

Аннотация. Предложено определение индивидуальных характеристик сопротивления усталости объектов производить с помощью фрактографического анализа их изломов, дающего приближенную оценку напряжения, соответствующего одному циклу, и позволяющего по данным испытания одного объекта построить наклонный участок кривой усталости, а предел выносливости вычислять из уравнения Вейбулла.

Ключевые слова: характеристики сопротивления усталости, кривая усталости, индивидуальный предел выносливости.

ОДНОБРАЗЦОВИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ОПОРУ ВТОМІ ДЕТАЛЕЙ

О.Г. Кібаков

к.т.н., доцент кафедри «Машинознавство»

Одеський національний морський університет

Ю.М. Хомяк

к.т.н., доцент кафедри «Металорізальні верстати, метрологія та сертифікація»

Одеський національний політехнічний університет

Анотація. Запропоновано визначення індивідуальних характеристик опору втомі об'єктів виробляти за допомогою фрактографічного аналізу їх зламів, що дає наближену оцінку напруження, відповідного одному циклу, і що дозволяє за даними випробування одного об'єкта побудувати похилу ділянку кривої втомі, а границю витривалості обчислювати з рівняння Вейбулла.

Ключові слова: характеристики опору втомі, крива втомі, індивідуальна границя витривалості.

UDC 539.4

A SINGLE-SAMPLE METHOD FOR ESTIMATING RESISTANCE OF PARTS

A.G. Kibakov

Ph.D., associate Professor of the department «Mechanical Engineering»

Odessa National Maritime University

Yu.M. Khomyak

Ph.D., associate Professor of the department «Metal-working machines,
metrology and certification»

Odessa National Polytechnic University

Abstract. *The determination of the individual characteristics of the fatigue resistance of the objects is proposed using fractographic analysis of their fractures, which gives an approximate estimate of the voltage corresponding to one cycle and allows one to construct an oblique portion of the fatigue curve from the test of one object and calculate the endurance limit from the Weibull equation.*

Keywords: *fatigue resistance characteristics, fatigue curve, individual endurance limit.*

Постановка проблемы. Вопрос об опытном определении индивидуального предела выносливости объекта (образца, модели или натурной детали) в том или ином виде неоднократно затрагивался [1-8].

Назовем методы ускоренного определения характеристик сопротивления усталости по результату одного опыта однообразцовыми в отличие от многообразцовых методов, в соответствии с которыми требуется испытать два и более объектов [1-4; 7].

Однообразцовые методы являются наиболее экономичными, чем и объясняются постоянно растущий к ним интерес и стремление к дальнейшему их совершенствованию.

Целью статьи является разработка оригинального однообразцового метода определения характеристик сопротивления усталости, позволяющего оценивать не только предел выносливости испытанного объекта, но и его кривую усталости полностью.

Изложение основного материала. Сущность предлагаемого метода заключается в следующем. Объект доводим до разрушения при некотором постоянном уровне нагрузки, вызывающем в исходном опасном сечении объекта номинальное напряжение σ (см. рис. 1). Это напряжение выбирается таким образом, чтобы соответствующая ему долговечность до разрушения N находилась в области многоциклового усталости, что соответствует долговечности $N > 10^5 - 2 \cdot 10^5$ циклов.

Собственно, выбор напряжения нельзя считать строго лимитированным, за исключением того, что оно должно находиться в области мно-

гоциклової усталості. Однак при приближенні напруження σ к пределу вносливості σ_R , як буде показано далі, забезпечується більш висока точність оцінки предела вносливості, хоча, можливо, і за рахунок деякого зниження точності оцінки положення нахилного участка кривої усталості.

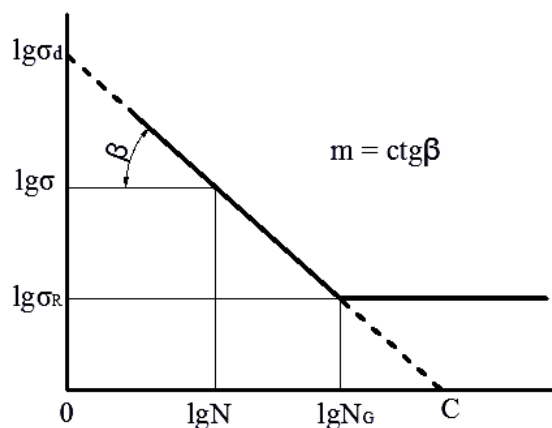


Рис. 1

Для математического описання індивідуальної кривої усталості використовуємо степенну модель [1-4], котра має вигляд

$$\sigma^m \cdot N = \sigma_R^m \cdot N_G = \sigma_d^m = 10^C = const, \quad (1)$$

де σ і N – теперішнє напруження і відповідне йому число циклів (довговечність) до руйнування;

m і C – параметри;

σ_R – предел вносливості, приближенно приймається незалежним від форми кривої усталості;

N_G – число циклів до перелома кривої усталості;

σ_d – умовне напруження, відповідне одному циклу, получаючися, якщо нахилний участок кривої багатоциклової усталості, описуєма рівнянням (1), екстраполірувати до осі ординат. Графічески отрезок, отсекаемый на оси ординат (рис. 1), проще всего получить по кривої усталості побудованої в координатах $lgN - lg\sigma$.

Полученное из опыта значение долговечности N при напруженні σ дає одну точку на лінеаризованном в координатах $lgN - lg\sigma$ нахилном участке багатоциклової кривої усталості, находящуюся у нижней его границы. Чтобы построить нахилный участок, в качестве второй точки принимаем точку с координатами $0, lg\sigma_d$. Ординату $lg\sigma_d$ вычисляем по результату того же опыта, используя максимальное номинальное напружение в сечении объекта по месту поломки, т.е. отнеся действующий

изгибающий момент к моменту сопротивления зоны долома, подсчитываемого с учетом смыкания берегов усталостной трещины.

В процессе развития усталостной трещины, нередко зарождающейся на начальных стадиях циклического нагружения [4], номинальные напряжения в опасном сечении непрерывно возрастают, достигая максимума в момент разрушения. Экстремальное его значение можно определить по результатам фрактографического анализа [3]. Границы зоны долома проступают более рельефно и их определить можно точнее, если напряжение σ мало отличалось от предела выносливости σ_R . При напряжениях, значительно превышающих предел выносливости, границы зоны долома становятся более размытыми, определение ее формы, расположения и размеров – менее точными. Однако относительная ошибка может даже уменьшиться, поскольку абсолютные размеры зоны долома будут больше.

Для определения номинальных напряжений при изгибе моментом M детали, ослабленной трещиной, будем учитывать смыкание ее берегов. Если фронт трещины L_0 ограничивает живое сечение с площадью F_0 , то при изгибе образуются зоны растяжения F_p и сжатия F_c , разделенные нейтральной линией $n - n$ (рис. 2).

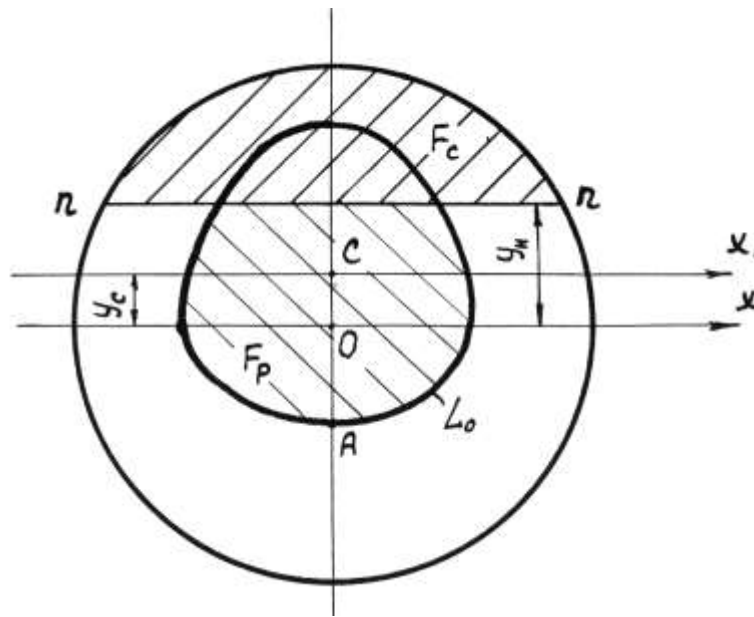


Рис. 2. Сечение детали в плоскости усталостной трещины, берега которой смыкаются при изгибе

Начало координат O разместим в центре тяжести сечения детали. Ординаты центра тяжести C живого сечения и нейтральной линии обозначим y_c и y_n .

Максимальное номинальное напряжение σ_A в точке A и ордината y_n определяются уравнениями статики

$$\int_{F_p} \sigma dF - \int_{F_c} \sigma dF = 0 \quad (2)$$
$$\int_{F_p} y \sigma dF - \int_{F_c} y \sigma dF = M,$$

где y – ордината, отсчитываемая от линии $n - n$.

Зависимость между относительными деформациями ε и напряжениями σ с точностью, достаточной для практических расчетов, можно аппроксимировать двухзвенной ломаной [5] (диаграмма Прандтля с упрочнением)

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (3)$$

если $\varepsilon \leq \varepsilon_T$

$$\sigma = \sigma_T + E_I(\varepsilon - \varepsilon_T),$$

если $\varepsilon > \varepsilon_T$,

где E и E_I – модули упругости и упрочнения;

ε_T – относительная деформация, соответствующая пределу текучести σ_T .

Учитывая, что при упругопластических деформациях справедлива гипотеза плоских сечений [5], имеем

$$\varepsilon = \varepsilon_A \cdot y / y_A, \quad (4)$$

где $\varepsilon_A = -\ln(1 - \Psi)$;

y_A – расстояние точки A от нейтральной линии;

Ψ – относительное сужение.

Модуль упрочнения определяется по выражению

$$E_I = \frac{\lg(\sigma_A / \sigma_T)}{\lg(\varepsilon_A / \varepsilon_T)} E. \quad (5)$$

Подставляя выражения (3)-(5) в формулу (2), получаем систему двух трансцендентных уравнений для нахождения ординаты y_n и напряжений σ_A .

Оказалось, что определенные по выражению (2) номинальные напряжения σ_A получились весьма близкими к величине $\sigma_{\bar{n}}$, полученной путем экстраполяции экспериментальных кривых усталости, что позволяет оценивать величину $\sigma_{\bar{n}}$ по предложенной методике.

В подтверждение сказанному приводим результаты испытаний при симметричном изгибе с вращением образцов из стали 45 с кольцевым надрезом, имевших $d = 7,5$ мм в опасном сечении и предел выносливости

$\sigma_R = 195$ МПа, который получен в результате длительных усталостных испытаний. Статистическая обработка результатов испытаний методом наименьших квадратов дала значения параметров уравнения (1) $m = 8,98$, $C = 26,96$, $\sigma_d = 10^{C/m} = 1003$ МПа. Максимальные номинальные напряжения σ_A в точке А, подсчитанные по системе уравнений (2), приведены в табл. 1. Индексы «*yc*» в обозначении величин указывают на их принадлежность к ускоренному определению. Средние значения предела выносливости $\bar{\sigma}_R^{yc}$ и отклонения $\bar{\delta}_{\sigma_R^{yc}}$ оказались равными 205,5 МПа и 5,4 %. Отклонения величин, приведенных в табл. 1, подсчитывали по формулам

$$\delta_{\sigma_A} = (\sigma_A - \sigma_d) / \sigma_d; \quad \delta_m = (m^{yc} - m) / m;$$

$$\delta_c = (C^{yc} - C) / C; \quad \delta_{\sigma_R^{yc}} = (\sigma_R^{yc} - \sigma_R) / \sigma_R.$$

Таблица 1

Параметры индивидуальных кривых усталости образцов

σ , МПа	N, цикл	σ_A , МПа	δ_{σ_A} , %	m^{yc}	δ_m , %	C^{yc}	δ_C , %	σ_R^{yc}	$\delta_{\sigma_R^{yc}}$, %
275	105300	831,0	-17,2	10,46	16,5	30,54	13,3	180,0	-7,7
275	157200	774,0	-22,8	11,56	28,7	33,39	23,9	211,4	8,4
275	169400	1136,9	13,4	8,48	-5,6	25,91	-3,9	216,0	10,8
275	193600	818,8	-18,4	11,16	24,3	32,51	20,6	223,3	14,5
250	162600	984,1	-1,9	8,76	-2,4	26,22	-2,7	188,5	-3,3
250	188300	850,0	-15,3	9,92	10,5	29,06	7,8	196,9	1,0
250	349300	1189,9	18,6	8,18	-8,9	25,16	-6,7	221,4	13,5
250	357100	840,3	-16,2	10,55	17,5	30,85	14,4	222,0	13,8
225	367300	1122,0	11,9	7,97	-11,2	24,31	-9,8	197,8	1,4
225	437800	927,5	-7,5	9,17	2,1	27,21	0,9	202,2	3,7
225	513600	825,4	-17,7	10,12	12,7	29,52	9,5	205,5	5,4
225	719100	1046,1	4,3	8,78	-2,2	26,51	-1,7	211,1	8,3
200	2447600	1173,5	17,0	8,31	-7,5	25,51	-5,4	195,9	0,5

Из табл. 1 видно, что индивидуальные значения напряжений σ_A за исключением одного случая отклоняются от напряжения σ_d менее чем на 20 %. При естественном разбросе усталостных свойств отдельных образцов такие отклонения следует считать нормальными (см. табл. 1), тем более, что отклонения индивидуальных характеристик от усредненных, а напряжение σ_d , как и построенный указанным образом наклонный участок кривой усталости, являются усредненными характеристиками – не показательны. Сравнение же среднего расчетного напряжения $\bar{\sigma}_A$, равного 963,0 МПа, с напряжением $\sigma_d = 1003$ МПа характеризуется

отклонением всего на -4% , что можно признать удовлетворительным. При этом следует учитывать, что подсчет номинальных напряжений по живому сечению (по излому) носил приближенный характер и что с его уточнением вероятно сближение напряжений σ_A и σ_d . Таким образом, полагая равенство $\sigma_A = \sigma_d$, получаем вторую точку и по найденным двум точкам строим прямую линию в координатах $\lg N - \lg \sigma$ – наклонный участок индивидуальной кривой усталости согласно уравнению (1). Параметр m наклонного участка находим из простого соотношения, вытекающего из уравнения (1)

$$m = \lg N / (\lg \sigma_d - \lg \sigma), \quad (6)$$

а параметр C – по результату опыта с использованием уравнения (1)

$$C = m \lg \sigma + \lg N. \quad (7)$$

Выражениями (6) и (7) положение наклонного участка индивидуальной кривой усталости однозначно определяется.

Напряжение σ_d в несколько раз превышает реальные напряжения многоциклового участка. Поэтому ошибки его оценивания порядка $10-15\%$ не могут существенно сказаться на положении наклонного участка кривой усталости в пределах этой области. И все же, чем больше различаются напряжения σ_d и σ , тем погрешности при прочих равных условиях меньше, что частично оправдывает приведенную выше рекомендацию испытывать объекты при возможно меньшем напряжении σ , доводящем объект до разрушения.

Возвращаясь еще раз к табл. 1, отметим, что относительная погрешность оценивания напряжения σ_d , если исключить выпадающие случаи, несколько меньше при более высоких напряжениях σ . При малых напряжениях σ , видимо, из-за большей относительной погрешности оценивания площади живого сечения напряжения σ_d определяются грубее, но становится большей разность $\sigma_d - \sigma$. Это в данном случае не перекрывает ошибки оценивания σ_d . В итоге погрешность положения наклонного участка кривой усталости, как отмечалось выше, может даже стать несколько больше.

Определением положения наклонного участка индивидуальной кривой усталости решается первая часть задачи однообразцовых испытаний на усталость, долгое время находившаяся вне поля зрения исследователей. Вторая часть задачи – определение предела выносливости была упреждающей и, как правило, единственной [4]. В предлагаемом методе указанные части задачи как бы меняются местами. При этом их можно рассматривать как зависимые, так и независимые друг от друга. В первой постановке предел выносливости находят исходя из конкретных значений параметров m и C уравнения (1) [1-3]. Оставляя в стороне наиболее простой подход – априорное назначение параметра N_G (например, согласно

рекомендациям, приведенным в работах [1; 4]), укажем на использование для этой цели зависимости отношения C/m (или $lg \sigma_d$) от предела выносливости σ_R , с помощью которой методом последовательных приближений получают σ_R с более чем приемлемой точностью [2; 3].

Во второй постановке определение σ_R рассматриваем как дополнение к решенной здесь части задачи и полагаем его имеющим самостоятельное значение, как и в цитированных работах. При этом, если бы возникла необходимость определить параметры уравнения (1) по изначально найденному или заданному пределу выносливости, то это можно было бы осуществить с помощью корреляционных зависимостей их от предела выносливости [1-3]. Отказываясь же от корреляционных зависимостей и сохраняя простейший вид однообразцовых испытаний на усталость – при неизменном (а не монотонно возрастающем) уровне нагрузки, обратимся к параллельному использованию в качестве уравнения кривой усталости уравнения Вейбулла [1-4].

Запишем его в виде

$$(\sigma - \sigma_R)^{m_w} \cdot N = 10^{C_w} = const, \quad (8)$$

где m_w и C_w – параметры, аналогичные параметрам m и C уравнения (1). В роли третьего параметра уравнения (8) фигурирует предел выносливости σ_R , подлежащий определению.

Существенным преимуществом уравнения (8) перед уравнением (1) является тот факт, что его параметры m_w и C_w лежат в относительно узких пределах [1-3]. Так, параметр m_w чаще всего изменяется от 0,75 до 1,25, что позволило в широко известном методе Про ускоренного определения предела выносливости [1] принять его равным единице независимо от конструкции и материала объекта. Кривую усталости, подчиненную уравнению (8) с параметром $m_w = 1$, назовем унифицированной.

Многочисленные проверки метода Про приводили к положительным результатам [1], из чего следует, что унифицированная кривая усталости Вейбулла вполне пригодна для ускоренной оценки предела выносливости объектов. Что же касается пределов ограниченной выносливости, особенно при малых базах, или долговечностей для уровней σ , заметно превышающих предел выносливости, то определение их по унифицированной кривой усталости может привести к повышенным ошибкам, поскольку фактические значения параметра m_w могут отклоняться от единицы. Именно по этой причине в предлагаемом методе рекомендуется отказываться от унифицированной кривой усталости для оценки характеристик сопротивления усталости в области малых долговечностей, используя наклонный участок индивидуальной кривой усталости согласно уравнению (1), как лучше согласующийся с опытом при $\sigma > \sigma_R$.

Возможность принимать $m_w = 1$ для определения предела выносливости становится особенно ценным свойством уравнения (8), если учесть, что параметр C_w можно увязать с существующими нормативами

на базу N_{δ} для определения предела выносливости в традиционных испытаниях на усталость [1-3]. Значит, параметр C_w в определенных пределах значений σ_R можно также принимать фиксированным, т.е. вместо непрерывной функциональной зависимости его от предела выносливости [2] ограничиться представлением этой зависимости в виде кусочно-ступенчатой функции. Например, для всех деталей, для которых база N_{δ} должна составлять 10^7 циклов, можно взять $C_w=7,0$ или даже $7,3$, а для деталей, которым требуется $N_{\delta} = 10^8$ циклов, - $C_w=8,0$ и т.д. Это приемлемо еще и потому, что уравнение (8) не отражает абсолютный уровень прочности объектов. Объекты разной прочности могут подчиняться ему при одних и тех же значениях параметров m_w и C_w и иметь одинаковую долговечность при разных напряжениях, если у того и у другого разности $\sigma - \sigma_R$ одинаковы. Фиксированные значения параметров не скрывают и рассеяние пределов выносливости.

Примем для ускоренного определения предела выносливости уравнение (8) с параметрами $m_w = 1$ и $C_w = \lg N_{\delta}$, причем в качестве базы N_{δ} будем принимать большее из рекомендуемых для определенного класса объектов значение. Так, если крупные валы могут иногда разрушаться при числе циклов N больше базы $N_{\delta} = 10^7$ циклов, а для них рекомендуется база N_{δ} в диапазоне от 10^7 до $2 \cdot 10^7$ циклов, то нужно принять большую базу.

Поскольку два из трех параметров уравнения (8) становятся известными, для определения третьего – предела выносливости – достаточно воспользоваться результатом испытания, по которому был построен наклонный участок кривой усталости. Найденный по результату этого единственного эксперимента предел выносливости будет индивидуальным, свойственным испытанному объекту.

Так как опыт проводился при постоянном уровне нагрузки и номинальном напряжении σ и его результатом была долговечность N , то для определения предела выносливости можно воспользоваться уравнением (8) непосредственно (в отличие от случая, когда опыт проводится при монотонно возрастающей нагрузке [2]).

$$\sigma_R = \sigma - \left(10^{\lg N_{\delta} - \lg N}\right)^{1/m_w} = \sigma - (N_{\delta}/N)^{1/m_w}. \quad (9)$$

При $m_w = 1$ формула (9) примет вид

$$\sigma_R = \sigma - N_{\delta}/N. \quad (10)$$

Из формулы (10) видно, что если долговечность N , например, отличается на порядок от базы N_{δ} , то предел выносливости будет отличаться от принятого в опыте напряжения σ всего на 10 МПа . В большинстве случаев такое отличие может оказаться гораздо ниже допуска на оценку предела выносливости. Отсюда главным образом и вытекает уже упоминавшаяся рекомендация о целесообразности принимать напряжение

σ по возможности близким к пределу выносливости σ_R . Проверкой [2] доказана приемлемость рассмотренного подхода к определению предела выносливости.

Выводы. Построение наклонного участка кривой усталости с применением расчетного условного напряжения $\sigma_d = \sigma_A$, полученного по результатам фрактографического анализа разрушившегося при напряжении σ объекта и оценка предела выносливости по формуле (10) позволяют определять индивидуальные характеристики сопротивления усталости с приемлемой для практики точностью, что ставит разработанный метод в один ряд с уже известными конкурентоспособными методами. Метод интересен возможностью использовать при ускоренных испытаниях на усталость, кроме связей между параметрами кривых усталости [1; 4], еще и другие исходные предпосылки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Олейник Н.В., Скляр С.П. Ускоренные испытания на усталость. – К.: Наук. думка, 1985. – 304 с.
2. Олейник Н.В., Немчук А.О. Вопросы ускоренной оценки сопротивления деталей усталости. – Одесса: Астропринт, 2003. – 264 с.
3. Олейник Н.В., Кобаков А.Г. Оперативная оценка сопротивления усталости материалов и деталей. – Одесса: Астропринт, 1998. – 144 с.
4. Троценко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник. – К.: Наук. думка, 1987. – Ч. I. – 504 с.
5. Махутов Н.А. Деформационные критерии разрушения и расчет элементов конструкций на прочность. – М.: Машиностроение, 1981. – 272 с.
6. Кобаков А.Г., Хомяк Ю.М. Изменение характеристик цикла напряжений при развитии трещины // Детали машин: Респ. межвед. науч.- техн. сб. – 1990. – Вып. 50. – С. 70-73.
7. Коноплев А.В., Курочкина С.В., Никифоров Ю.А. Классификация методов ускоренного определения предела выносливости деталей машин и элементов конструкций // Проблемы техники. – 2014. – № 1. – С.26-33.
8. Grigorov O.V., Konoplev A.W. Individual fatigue limits definition using modernized Weibull equation parameters // Annals of the University of Hetrovani. – Mechanical Engineering. – 2011. – № 13. – P. 51-54.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2018 р.

УДК 515.2

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.12>

**ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ВРУБОК
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СИСТЕМЕ AUTOCAD**

А.В. Коноплёв

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машиноведение»

В.Ф. Зелинский

доцент кафедры «Машиноведение»

Л.Г. Дюкре

ст. преподаватель кафедры «Машиноведение»

Одесский национальный морской университет

А.А. Перпери

к.т.н., заведующий кафедрой «Инженерная графика»

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Аннотация. Предложена методика построения аксонометрических проекций врубок деревянных конструкций в системе AutoCAD.

Ключевые слова: врубка, схватка, стойка, аксонометрические проекции, система AutoCAD.

**ПОБУДОВИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ ВРУБОК
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У СИСТЕМІ AUTOCAD**

А.В. Конопльов

д.т.н., професор, завідувач кафедри «Машинознавство»

В.Ф. Зелінський

доцент кафедри «Машинознавство»

Л.Г. Дюкре

ст. викладач кафедри «Машинознавство»

Одеський національний морський університет

А.А. Перпери

к.т.н., завідувач кафедри «Інженерна графіка»

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Анотація. Запропонована методика побудови аксонометричних проекцій врубок дерев'яних конструкцій в системі AutoCAD.

Ключові слова: врубка, схватка, стійка, аксонометричні проекції, система AutoCAD.

UDC 515.2

**CONSTRUCTING AXONOMETRIC PROJECTIONS FOR THE CUTTING
OF WOODEN STRUCTURES IN THE AUTOCAD SYSTEM**

A.V. Konoplyov

Ph.D., Professor, head of the department «Machine Science»

V.F. Zelinsky

Associate Professor of the Department of «Machine Science»

L.G. Ducre

Senior lecturer of the department «Machine Science»

Odessa National Maritime University

A.A. Perperiy

Ph.D., head of the department «Engineering Graphics»

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. *A technique for constructing axonometric projections for the cutting of wooden structures in the AutoCAD system is proposed.*

Keywords: *joining, fight, bar, axonometric projections, system AutoCAD.*

Постановка проблемы. При выполнении строительных чертежей часто приходится строить аксонометрические изображения, позволяющие нагляднее показать взаимное расположение отдельных элементов. Многие конструкции зданий и сооружений (фермы, стропила, перекрытия, полы, балки, прогоны, стены, перегородки и т.п.) выполняют из дерева. При этом отдельные деревянные элементы соединяют в конструкции с помощью врубок. С целью уменьшения трудоемкости построения аксонометрических изображений врубок можно воспользоваться системой AutoCAD. Эта система имеет все необходимые инструменты и позволяет применять естественный принцип проектирования от пространственной модели к её двумерному представлению, в том числе в виде чертежа.

Целью статьи является разработка методики построения аксонометрических проекций врубок деревянных конструкций в системе AutoCAD с целью уменьшения трудоемкости построений и обеспечения наглядности чертежей.

Изложение основного материала. Рассмотрим случай построения аксонометрического изображения соединения двух бревен – стойки и схватки (рис. 1).

Для четкого представления о форме каждого элемента узла ортогональные и изометрические проекции стойки (рис. 2) и схватки (рис. 3) представлены отдельно.

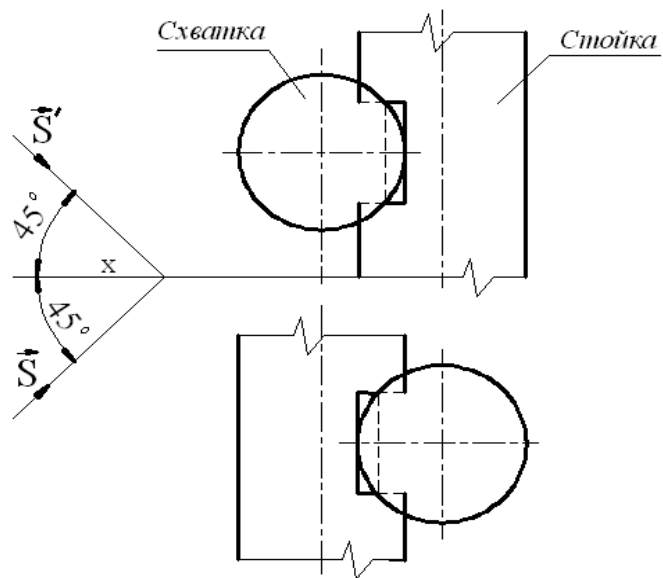


Рис. 1. Аксонометрическое изображение соединения двух бревен – стойки и схватки

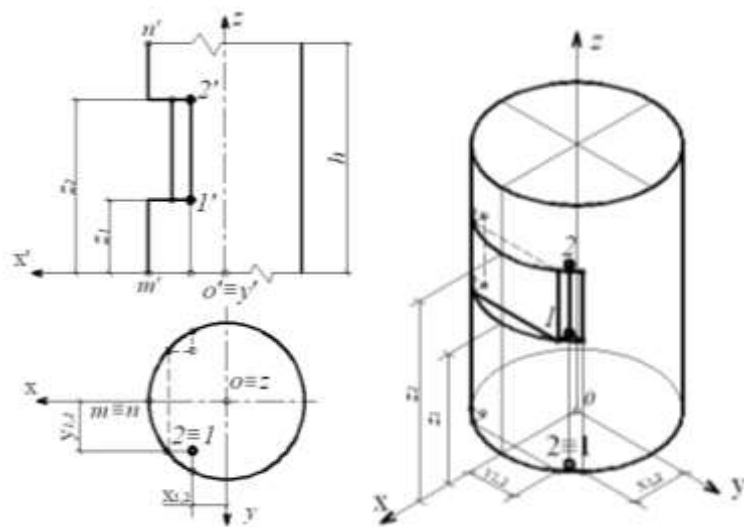


Рис. 2. Проекция стойки

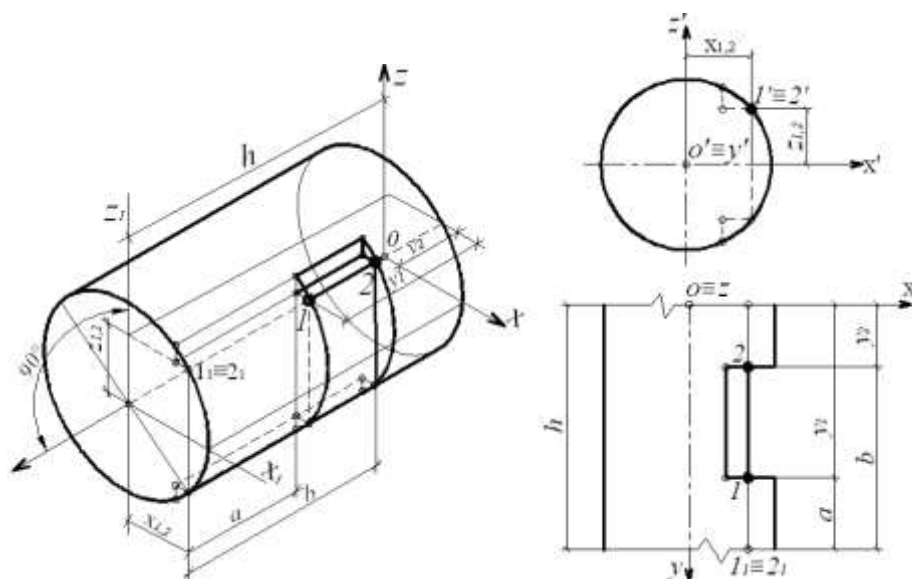



Рис. 3. Проекції схватки

Акснометрическое изображение каждой детали и узла в целом должно соответствовать их рабочему положению и выявлять форму врубок. Для того чтобы построение было наглядным, необходимо заранее установить то положение тот угол зрения относительно предмета, при котором на чертеже окажется видимой нужная часть предмета (в нашем случае – врубка).

Для создания изометрического чертежа и переключения формы графического курсора в соответствии с направлением осей изометрических плоскостей в системе AutoCAD имеется специальный режим *Изометрическая привязка*, находящийся в окне *Режимы рисования* (рис. 4).

Для построения чертежей на рабочем столе AutoCAD необходимы панели инструментов *Рисование* и *Редактирование* (рис. 5).

При помощи команды  – отрезок изображаем координатные оси, соответствующие прямоугольной изометрии, приняв коэффициенты искажения по всем осям равным единице (приведенные коэффициенты). Изометрическую стойку (рис. 4) строим в следующей последовательности:

- строим вторичную проекцию стойки – эллипс, большая ось которого больше диаметра окружности в 1,22 раза, а малая ось составляет 0,71 диаметра (построение эллипса выполняем с помощью команды



– *Эллипс*);

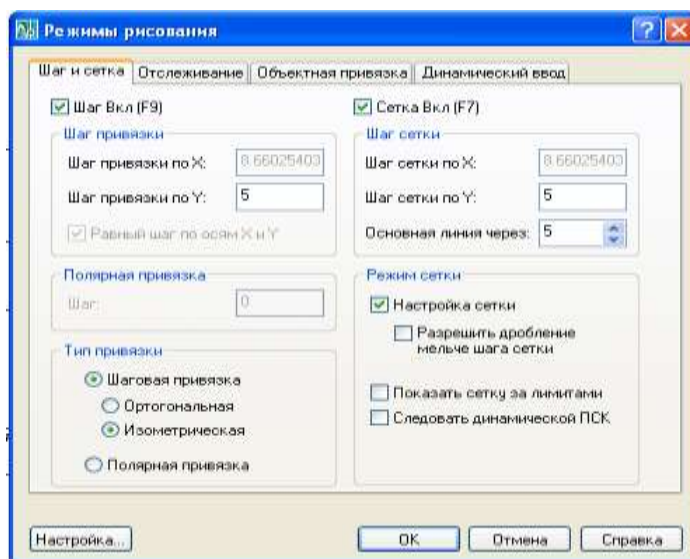


Рис. 4. Окно «Режимы рисования»

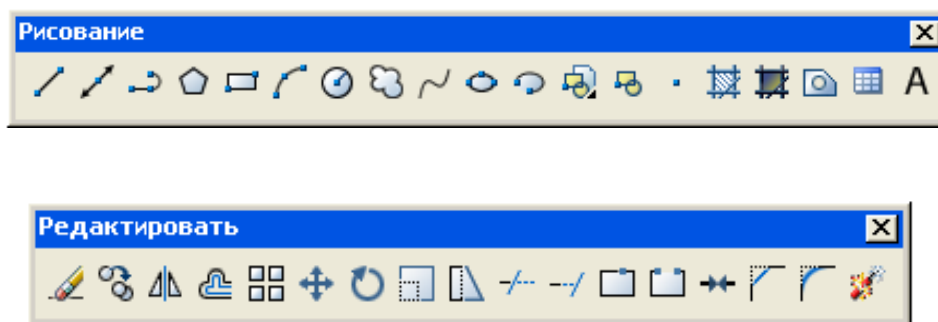




Рис. 5. Панели инструментов «Рисование» и «Редактирование»

- определяем центр верхнего основания, который смещен вдоль оси Z от начала координат на расстояние h , а контур основания строим при помощи команды  – *Копировать* ранее построенного эллипса;

- проводим параллельно оси Z линии, касательные к двум эллипсам;

- вторичную проекцию контура врубki (ломаную линию и дугу, на которую она опирается) с помощью команды  – *Подобие* смещаем вверх сначала на уровень, определяемый координатой $Z1$, а затем на уровень $Z2$ (см. рис. 2).

Точка 1 является одной из вершин контура врубки, смещенной на высоту равной $Z1$. Точка 2 является одной из вершин контура врубки, смещенной на высоту равной $Z2$.

Рассмотрим вторую деталь узла – схватку (рис. 3). На рисунке показана система координат XYZ с началом в точке 0, расположенным в центре заднего основания. Ось Y совмещена с осью бруса. Подобное направление осей позволяет построить аксонометрию, обеспечивающую наилучшую наглядность наиболее важных точек врубки. Построение выполняем с помощью тех же команд применяемых при построении стойки.

Через точки, которые определяют контур вторичной проекции врубки, проводим линии параллельно оси Y . Затем, от начала координат отложим отрезки длиной a и b . Концы отрезков – есть искомые точки.

Таким образом, строим все необходимые точки врубки. Место-положение искомым точек устанавливаем путём смещения вторичной проекции контура врубки вправо в направлении оси Y сначала на величину, определяемую отрезком a , а затем отрезком b . Построенные точки соединяем между собой соответствующими линиями (см. рис. 3).

Выводы. Представленная методика построения аксонометрических проекций с использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD позволяет существенно уменьшить трудоемкость работы и обеспечивает наглядность чертежей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Михайленко В.Є., Найдюш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.Ф. *Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник для студентів ВНЗ.* – К.: Вища школа, 2001. – 350 с.
2. Юсупова М.Ф. *Черчение в системе AutoCAD 2000: Учебное пособие.* – К.: Алерта, 2003. – 330 с.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2018 р.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ
ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТОВ ОБЪЕКТОВ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПОРТА**

С.Г. Зинченко
к.э.н., доцент

Мариупольский институт «Межрегиональной академии управления персоналом»

В.Г. Хвостович

зам. гл. инженера по инженерному обеспечению зданий и портовых сооружений

Государственное предприятие «Мариупольский морской торговый порт»

Аннотация. В статье предложены пути совершенствования методологии организации ремонтов объектов транспортно-технологической системы морского порта, расчет тренда ремонтов оборудования, модернизация которого необходима для стратегического развития морского транспорта Украины, в том числе инфраструктуры морских портов в условиях дерегуляции их работы.

Исследованы объекты Мариупольского морского порта, затем предложен поиск механизмов повышения эффективности работы элементов транспортно-технологической системы порта.

Ключевые слова: суброгация, оборудование, эксплуатация, ремонт, надежность, безотказность, транспорт, порт, система, развитие.

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ
ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТІВ ОБ'ЄКТІВ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКОГО ПОРТУ**

С.Г. Зінченко
к.е.н., доцент

Маріупольський інститут «Міжрегіональної академії управління персоналом»

В.Г. Хвостович

заст. головн. інженера з інженерного забезпечення будівель та портових споруд

Державне підприємство «Маріупольський морський торговельний порт»

Анотація. У статті запропоновано шляхи удосконалення методології організації ремонтів об'єктів транспортно-технологічної системи морського порту, розраховані тренди ремонтів устаткування, модернізація якого необхідна для стратегічного розвитку морського транспорту України, в тому числі інфраструктури морських портів в умовах дерегуляції їх роботи.

Досліджено об'єкти Маріупольського морського порту, потім запропонований пошук механізмів підвищення ефективності роботи елементів транспортно-технологічної системи порту.

Ключові слова: *суброгаційність, устаткування, експлуатація, ремонт, надійність, безвідмовність, транспорт, порт, система, розвиток.*

UDC 656.61.052.484

**IMPROVING METHODOLOGY ORGANIZATIONS
OF OBJECT REPAIR TRANSPORTATION
AND TECHNOLOGICAL SYSTEM OF THE SEA PORTS**

S.G. Zinchenko

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Mariupol Institute of the Interregional Academy of Personnel Management

V.G. Hvostovich

substitute chap. engineer for engineering services for buildings and port facilities

State Enterprise «Mariupol Sea Commercial Port»

Abstract. *The article suggests ways to improve the methodology of the organization of repair facilities seaport transport and technological system, the calculation of the trend equipment repairs, modernization is necessary for the strategic development of sea transport of Ukraine, including the infrastructure of seaports in terms of deregulation of their work.*

The necessary conditions for the start of modernization of the existing equipment of the seaport are estimated in the work. To improve safety, efficient operation of the transport and technological system of the seaport and minimize the production costs of the enterprise, timely decisions must be made to replace subrogation equipment and infrastructure facilities with new ones.

The objects of the Mariupol sea commercial port are explored, then the search for mechanisms for increasing the efficiency of the elements of the port's transport and technological system is proposed to use.

Keywords: *subrogation, equipment, operation, repair, reliability, transport, port, system, development.*

Введение. Состояние и актуальность вопроса. Транспортно-технологическая система морского порта охватывает технологии обработки грузов, грузоподъемные механизмы, инфраструктурные объекты, которые задействованы в транспортно-технологическом процессе «производство-транспортировка-перегрузка грузов». Постоянное совершенствование транспортных технологий и внедрение новых, современных технических средств, приводит к развитию инфраструктуры порта, что чрезвычайно важно для эффективного развития как прилегающих к морским портам регионов, так и экономики всего государства.

В последние годы, в связи с международным кризисом в морских портах значительно снизилось комплектование новым оборудованием. Соответственно, эксплуатируемое оборудование устаревает и не всегда своевременно может быть заменено на новое, современное.

Постановка проблемы. Проблема совершенствования существующих методологических основ оптимального технического использования средств транспорта является достаточно актуальной в современных условиях. Проведение реорганизации в транспортной отрасли, и в частности реформирование системы управления морскими портами, к сожалению, не решают проблемы своевременной замены суброгационного (устаревшего) оборудования и инфраструктуры, что в значительной мере осложняет безопасность и снижает эффективность работы портов [2].

В процессе эксплуатации транспортного оборудования и инфраструктурных объектов морских портов очень важно определить временной момент, когда их дальнейшие ремонты и последующая эксплуатация уже неэффективны с точки зрения экономики предприятия. Затем должны оперативно приниматься решения по продаже неэффективного оборудования, либо его списанию. Устаревшая инфраструктура, должна своевременно реконструироваться, либо обновляться. В свою очередь закупаемое оборудование должно быть обязательно новым и самым прогрессивным на момент его закупки.

Анализ основных достижений и литературы. Исследовали проблемы совершенствования работы оборудования транспортно-технологических систем предприятий Хохлов Е.А [6], Сыч Е.Н. [7], Виников В.В. [3], Берестовой А.М. [1], Попович С.Н. [5] и др.

Цель статьи. Предложить пути совершенствования методологии организации ремонтов объектов транспортно-технологической системы морского порта на примере Мариупольского морского торгового порта.

Материалы исследований. Системный подход к исследованию объекта означает признание его сложного характера, невозможность выведения всех свойств из суммы отдельных частей объекта и требует комплексного рассмотрения: входов системы; процессов функционирования системы; выхода системы; цели функционирования системы; обратных связей в системе; ограничений, накладываемых на поведение системы свойствами элементов самой системы, окружающей средой и др.

Управлять системой, значит, по существу, бороться с нарушениями и неупорядоченностью. Оптимальным управлением называется такой перевод системы в новое, назначенное для нее состояние, при котором затрачивается либо наименьшее время или труд, либо наименьшее количество энергии [3].

В условиях неравномерного развития и реверсивных грузопотоков в портах наблюдается тенденция к максимальному количеству ремонтов в периоды спада грузопотоков и обновлению оборудования в периоды максимального роста грузопотоков.

Морские порты Украины переполнены суброгацией (устаревшим), неэффективным оборудованием, которое в процессе длительной эксплуатации, проведения многочисленных ремонтов и частичной модернизации необходимо приспособлять к современным технологическим требованиям и условиям эксплуатации, что отвлекает значительные денежные средства предприятий. В свою очередь, инфраструктура портов также находится в состояниях близким к суброгации, вследствие продолжительной эксплуатации и физического износа. Проблема осложняется тем, что требования к безопасности грузовых и транспортных операций, которые относятся к числу опасных видов работ, постоянно повышаются [8].

Физический износ (функциональное устаревание) объектов транспортно-технологической системы портов приводит к критической массе производственных расходов, которые возникают при повышенной потребности суброгационного оборудования (по сравнению с новым) на обслуживание, электропитание, горюче-смазочные материалы, и прочие операционные затраты. Функциональное устаревание оборудования рассчитывается методом проведения экспертных оценок по формуле

$$K_{\text{фун}} = 1 - (P_o / P_a) \cdot p, \quad (1)$$

где P_o – производительность оцениваемого оборудования;

P_a – производительность нового оборудования или аналога;

p – коэффициент торможения.

Однако, все оборудование, признанное устаревшим, одновременно выводить из эксплуатации нецелесообразно, а зачастую невозможно. Часть оборудования при соответствующим технико-экономическим обосновании, подлежит модернизации с улучшением его производственных характеристик, часть может быть перенесено на второстепенные грузовые и складские площадки, где его производительности будет достаточно.

Как отмечалось выше, в процессе эксплуатации оборудования и инфраструктурных объектов, важно определить момент, когда их ремонты и последующая эксплуатация становятся неэффективными. Определить данный момент поможет представленный (рис. 1) концептуальный семантический график изменения величин показателей надежности в жизненном цикле оборудования [5].

Отказом считается любая техническая неисправность сборочной единицы или детали, которая не позволяет выполнять нормальную эксплуатацию объекта. Основываясь на этом понятии, в теории долговечности и надежности объектов транспортно-технологической системы морского порта используются следующие основные термины:

- период отказов – время между двумя отказами;
- прогноз отказа – расчет с помощью теории вероятности срока работы объекта (детали, сборочной единицы) до появления отказа;

- долговечность объекта – свойство объекта осуществлять нормальную функциональную деятельность в течение определенного срока эксплуатации;

- межремонтный период – время работы объекта между двумя очередными плановыми ремонтами;

- безотказная работа объекта – возможность осуществлять нормальную функциональную деятельность в течение межремонтного периода;

- вероятность безотказной работы объекта – вероятность того, что отказа не произойдет в течение межремонтного периода при заданных условиях эксплуатации. Это свойство часто называют надежностью объекта (детали, сборочной единицы);

- ресурс работоспособности – потенциальный запас времени, в течение которого объект может работать без отказов;

- ремонтпригодность – характеризует приспособленность конструкции объекта к осуществлению осмотра для выявления неисправностей, возможность быстрой смены деталей и устранения их повреждений при ремонте.

Максимальный уровень надежности $H=1$ любое оборудование (транспортное средство) имеет при выпуске с завода-изготовителя. При наработке за первый ремонтный цикл ($MPЦ1$) до первого капитального ремонта ($K1$) он снижается до уровня $H\partial K1$, а в процессе ремонта восстанавливается – до уровня $HnK1$. График (рис. 1) отражает:

1) тенденцию к снижению уровня надежности с ростом наработки между ремонтами. Остаточные уровни надежности перед ремонтами

$$H\partial 11 < H1, H\partial li < Hn1, H\partial K1 < Hnli \text{ и т.д.};$$

2) тенденцию к снижению уровня надежности от ремонта к ремонту

$$H1 > Hn1 > Hnli \text{ и т.д.};$$

3) рост падения уровня надежности на следующих друг за другом межремонтных наработках

$$(Hn1 - H\partial 11) < (Hnli - H\partial li) < (Hn21 - H\partial 21) \text{ и т.д.};$$

4) рост времени простоя в ремонтах: $Tr11 < Trli$, $Tr12 < Tr2i$ и т.д.;

5) тенденцию к снижению уровня наработки между ремонтами

$$(ВБР + ВПО) > Tli > Tlj \text{ и т.д.}$$

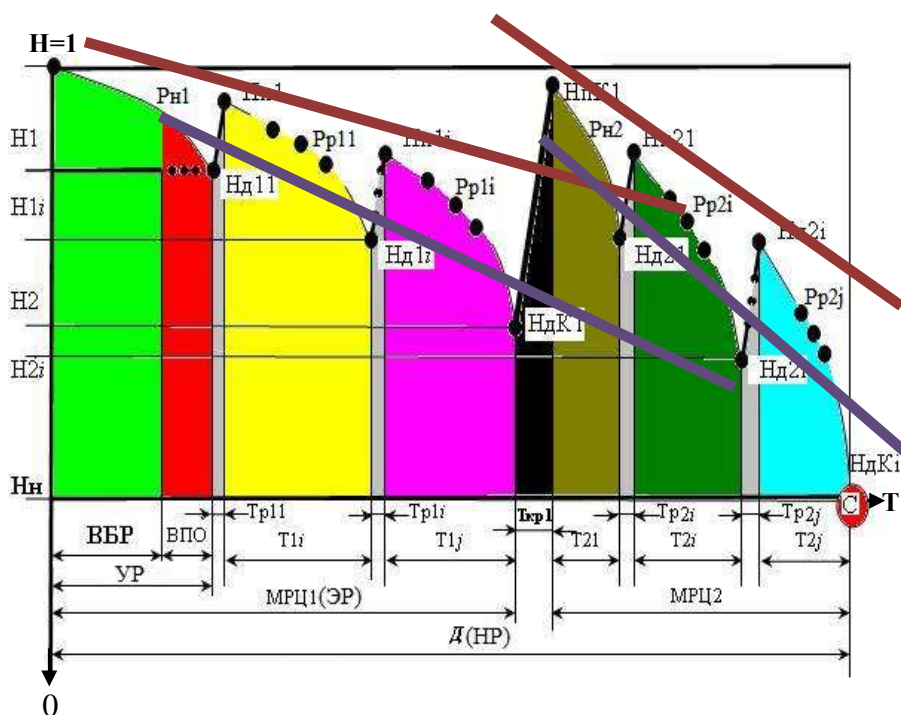


Рис. 1. Концептуальный семантический график структуры элементов эксплуатации и ремонтов и изменения величин их показателей надежности в жизненном цикле объектов ТТС морского порта

Условные обозначения:

$ВПО$ – вероятность появления отказа;

$H=1$ – наивысший расчетный показатель надежности перед эксплуатацией;

H_n – наименьший показатель надежности, требующий снятия с эксплуатации или рециклинга; $ВБР$ – вероятность безотказной работы в единицах времени;

$Д(НР)$ – долговечность, исчисляемая в единицах времени или режимах использования;

$H1$ – показатель надежности одноразового использования, он же (H_{d11}) – для начала первого ремонта изделия работающего в тренажерном режиме для экстремальной ситуации;

$H1i$ – показатель надежности, не допускающий эксплуатации в экстремальной ситуации и требующий i -го планового ремонта в 1 -м межремонтном цикле ($МРЦ1(ЭР)$);

$H2$ – показатель надежности требующий 1 -го капитального ремонта, он же недопускаемый показатель надежности при работе в экстремальной ситуации;

$H2i$ – показатель надежности, требующий i -го планового ремонта во 2 -м межремонтном цикле ($МРЦ2$);

$H\partial 11, H\partial 1i, H\partial K1, H\partial 21, H\partial 2i, H\partial Ki$ – показатели надежности перед началом ремонтов, соответственно, 1-го, i -го и капитального ремонтов в МРЦ1, 1-го, i -го планового и капитального ремонтов в МРЦ2;

$Hn1, Hn1i, HnK1, Hn21, Hn2i$ – показатели надежности по окончании ремонтов, соответственно, 1-го, i -го в МРЦ1, 1-го и i -го планового ремонтов в МРЦ2;

$Tr11, Tr1i, Tкр1, Tr12, Tr2i$ – время нахождения в соответствующем ремонте;

$T1i, T1j, T21, T2i, T2j$ – время работы между соответствующими ремонтами;


C – срок снятия с эксплуатации или рециклинга;


T – время;

$Pn1, Pp11, Pp1i, Pn2, Pp21, Pp2i$ – линия снижения надежности во времени, соответственно, после 1-го и после i -го ремонтов в МРЦ1, а также нормативного, 1-го и i -го ремонтов в МРЦ2;

$УР$ – режим одноразового использования;

$ЭР$ – режим экстремального использования

 тренды надежности объекта до восстановительного ремонта;

 тренды надежности объекта после восстановительного ремонта.

Авторами выделены тренды надежности, которые определяются по точкам до начала ремонтов, а также после ввода объекта в эксплуатацию. Очевидно, что с возрастом данные кривые имеют все больший наклон к шкале времени, следовательно, общий уровень надежности объектов постепенно снижается.

Уменьшение уровня надежности от ремонта к ремонту ($Hp1, Hn1i$ и т. д.) связано с тем, что при ремонте не все элементы оборудования ремонтируют, а восстанавливают лишь те, где есть повреждения. Поэтому в таких элементах могут накапливаться постепенные изменения (в том числе структурные), которые уменьшают вероятность безотказной работы оборудования, транспортных средств и других объектов [6].

Показана (рис. 2) возрастная структура основного оборудования – судов портового флота, кранового хозяйства, автопогрузчиков и основных производственных объектов Мариупольского порта [9; 10].

Наиболее общими, широко используемыми, эффективными методами предупреждения и снижения рисков отказов оборудования являются: страхование, резервирование средств, диверсификация, лимитирование [6].

Модель динамики замены оборудования с учетом его распределения по возрастным группам строится, исходя из методики [4].

Количество оборудования возраста t в году n ($L(t, n)$) рассчитывается на основе дифференциального уравнения по формуле 2

$$-M(t, n) L(t, n) = M(t, n) L(t, n) = \frac{dL(t, n)}{dt} + \frac{dL(t, n)}{dn}, \quad (2)$$

где $M(t, n)$ – вывод из эксплуатации оборудования возраста t в году n .

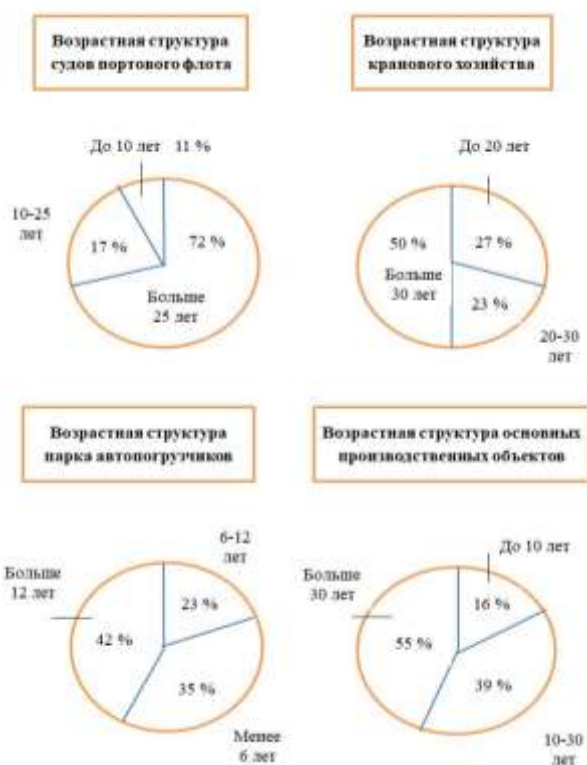


Рис. 2. Возрастная структура основного оборудования – судов портового флота, кранового хозяйства, автопогрузчиков и основных производственных объектов Мариупольского порта

Результаты исследований. Исходя из формулы 2, можно рассчитать оптимальный возраст оборудования, тренд (например, для Мариупольского морского порта), и время его замены либо модернизации (рис. 3).

Спрос на грузовые перевозки конкретным видом транспорта формируется как произведение объемов выпуска отдельной отрасли X_t и транспортоемкости ее продукции этим видом транспорта $Q_k^i(t)$ [4]

$$X_k^{G_i}(t) = X_t * Q_k^i(t), \in K1, i = 1, \dots, 20. \quad (3)$$

Для повышения эффективности работы морского порта очень важно знать вероятность безотказной работы его объектов (их надежность) при существующих условиях эксплуатации. Надежность объекта определяют, исходя из вероятности исправной его работы за время t умножением вероятностей надежности B_1, \dots, B_n отдельных его сборочных единиц и деталей [6]

$$B_n(t) = B_1(t) B_2(t) \dots B_n(t). \quad (4)$$

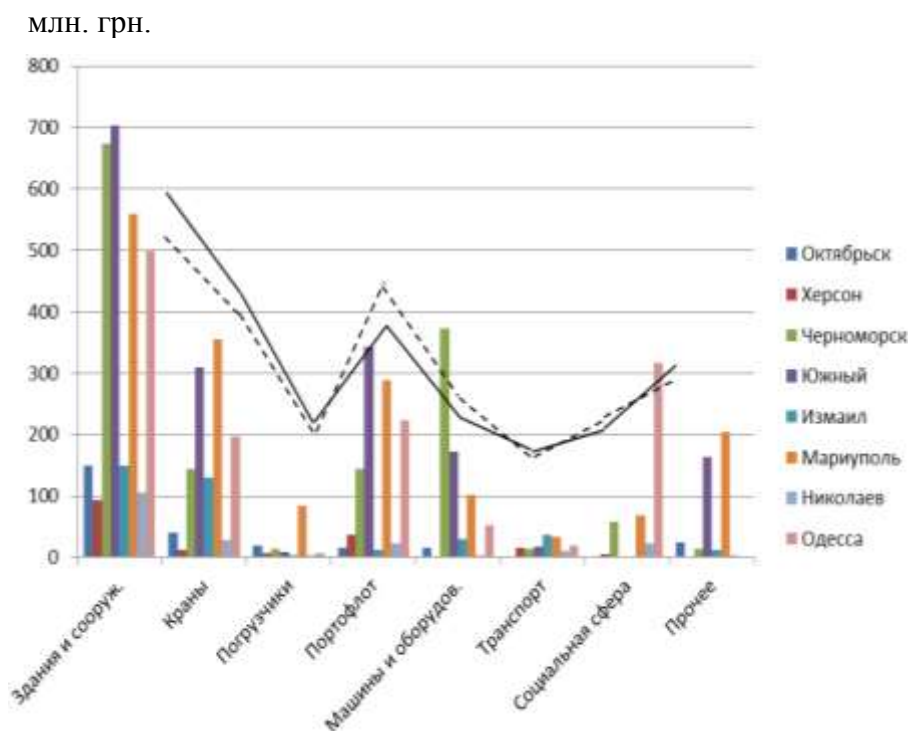


Рис. 3. Тренды обновления оборудования в морских портах Украины

Примечание: Прерывистая линия – порт Мариуполь, 2013 г.;
сплошная линия – порт Мариуполь, 2014 г.

Выражая надежность i -й детали объекта через вероятность отказа B_{gi} , имеем

$$B_i = 1 - B_{gi}, \quad (5)$$

Тогда

$$B_n(t) = (1 - B_{g1})(1 - B_{g2}) \dots (1 - B_{gn}). \quad (6)$$

Отсюда вероятность появления отказа хотя бы в одной из ответственных сборочных единиц объекта определится из выражения

$$B_{g0} = 1 - (1 - B_{g1})(1 - B_{g2}) \dots (1 - B_{gn}) = 1 - B_n(t). \quad (7)$$

Необходимо учитывать, что появление отказа даже в одном из ответственных сборочных элементов приведет к невозможности дальнейшей эксплуатации всего объекта. Значит, B_{g0} отражает прогноз отказа всего объекта.

При низкой надежности объекта ТТС морского порта необходим пересмотр организации системы его ремонтов с уменьшением межремонтных сроков, планированием и поэтапной модернизацией объекта в целях повышения прочности наиболее ответственных элементов, либо принципиального изменения их конструкции [8].

В целом, оценка надежности ТТС морского порта производится исходя из принципа, что объекты, выполняющие отдельные технологические процессы и грузовые операции, соединяются между собой последовательно. Каждый элемент системы может находиться в одном из 3 состояний: в работоспособном (динамика), в отказе (статика) либо в простое/ожидании работы (дискретность). Для обеспечения эффективного функционирования ТТС морского порта необходимо, чтобы все составляющие ее элементы работали безотказно, вероятность такого функционирования определяется формулой [7]

$$P(t) = P[E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_\psi], \quad (8)$$

где E_ψ – событие, фиксирующее то, что ψ -й элемент (объект транспорта порта) функционирует безотказно.

Сбой в работе хотя бы одного из элементов приводит к снижению надежности всей системы. Анализ нарушений режима функционирования элементов транспортно-технологических систем показывает, что отказы, как правило, не зависят друг от друга [2]. Приняв в качестве допущения независимость отказов, можно определить вероятность безотказной работы системы за определенный период как вероятность одновременного эффективного функционирования всех элементов [7]

$$P(t) = \prod_1^b P_\psi(t), \quad (9)$$

где b – число последовательно соединенных элементов системы;

$P_\psi(t)$ – вероятность безотказной работы ψ -го элемента за время t .

Приведенное выражение представляет собой произведение вероятности безотказной работы всех составляющих элементов системы. Надежность функционирования системы снижается при увеличении числа последовательно соединенных элементов и не превышает надежности работы наименее надежного элемента, т. е. [7]

$$P(t) \leq \min_{\psi} \{P_\psi(t)\}. \quad (10)$$

В связи с тем, что вероятности сбоя и безотказной работы объекта являются противоположными событиями, их сумма (исключая простой) равна единице. Тогда вероятность безотказной работы всей системы можно рассчитать по формуле

$$P(t) = \prod_1^b P_\psi = \prod_1^b (1 - q_\psi), \quad (11)$$

где P_ψ – вероятность безотказной работы ψ -го элемента системы;

q_ψ – вероятность сбоя (отказа) ψ -го элемента системы.

Для повышения надежности функционирования системы применяется резервирование. Резервирование может содержаться в любом элементе системы, т. е. каждый ее элемент может иметь ζ -кратное раздельное резервирование. Тогда вероятность нормального (безотказного) функционирования системы равна [7]

$$P = [1 - (1 - P^{\zeta+1})]^{\psi}. \quad (12)$$

Затем строится график надежности элементов системы – зависимости вероятности нормального функционирования системы от числа последовательно включенных составляющих элементов (рис. 4).

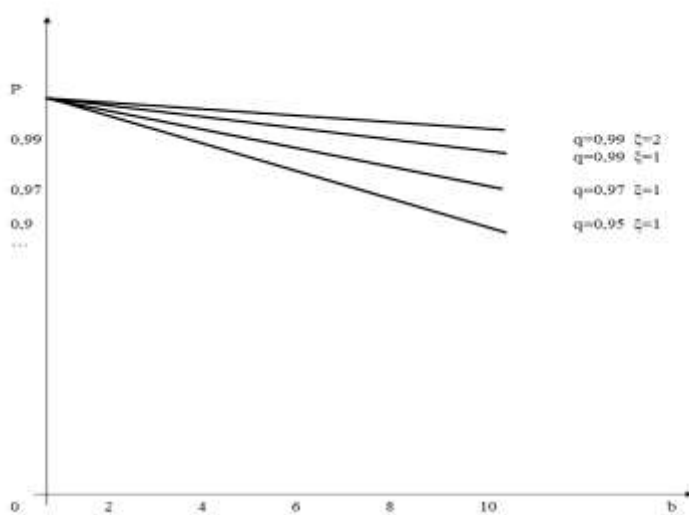


Рис. 4. График надежности элементов системы

Если представить надежность системы как сумму зависимостей надежности функционирования ее элементов, то приближенное значение вероятности безотказного функционирования системы рассчитывается по формуле (13)

$$\sum_{\psi=1}^b P'_{\psi} \approx 1 - P(t), \quad (13)$$

где P'_{ψ} – необходимая вероятность безотказного функционирования составляющих элементов системы.

Таким образом, можно оценить вероятность возникновения отказов объектов ТТС морского порта и затем планировать циклы его ремонтов.

Выводы. В работе обозначены основные методы совершенствования организации ремонтов объектов транспортно-технологической системы и оценены необходимые условия для начала модернизации имеющегося оборудования морского порта.

Для повышения безопасности, эффективной эксплуатации транспортно-технологической системы морского порта и минимизации производственных затрат предприятия необходимо своевременное принятие решений по замене суброгацийного оборудования и инфраструктурных объектов на новые.

Дальнейшее развитие исследований в данной области представляется перспективным в направлении совершенствования методики прогнозирования функционального устаревания объектов ТТС морских портов на основе теории вероятности безотказного функционирования систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Берестовой А.М. Синтез процессов и объектов в материальных потоках транспорта затвердевающих жидкостей: Дисс. докт. техн. наук // Мариуполь, ПГТУ. – 2002. – 528 с.
2. Берестовой А.М., Перепечаев С.Н., Черныш А.А. Повышение уровня безопасности мореплавания суброгацийных морских судов. Материалы международной научно-технической конференции. – Мариуполь: АМИ ОНМА, 2014. – С. 67-69.
3. Винников В.В., Крушкин Е.Д., Быкова Е.Д. / Под общ. ред. В.В. Винникова / Системы технологий на морском транспорте (перевозка и перегрузка): Учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – Одесса: Фенікс; М.: ТрансЛит, 2010. – 576 с.
4. Поносков Ю.К., Савушкин С.А. Моделирование развития транспортной системы России (экономико-производственный аспект). – ВИНТИ РАН, 2002. – 112 с.
5. Попович С.Н. Обеспечение сохранности элементов транспортного оборудования при морских перевозках: Дисс. канд. техн. наук. – Одесса: ОНМА, 2010. – 204 с.
6. Хохлов Е.А., Тверской Д.Б. Эксплуатация и организация ремонта локомотивов промышленного транспорта. – М.: Транспорт, 1978. – 200 с.
7. Сыч Е.Н. Повышение эффективности функционирования прогрессивных технологических систем морских перевозок грузов: Тексты лекций. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. – 68 с.

8. Зинченко С.Г. *Контролинг эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции перевозки грузов и наличия суброгационного оборудования / С.Г. Зинченко. – Мариуполь: ООО «ППНС», 2017. – 160 с.*
9. *Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.marport.net>*
10. *Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/porty-ukrainy/morskie-porty/item/25-mariupol-morskoy-port>*

Стаття надійшла до редакції 22.03.2018 р.

УДК 627. 2

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.14>

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИЧАЛОВ

А.В. Слободяникк.т.н., ст.преподаватель кафедры «Морские и речные порты, водные пути
и их техническая эксплуатация»*Одесский национальный морской университет*

Аннотация. Увеличение грузопотока в украинских портах сдерживается из-за недостатка глубоководных причалов высокой несущей способности. Несмотря на строительство новых сооружений, необходимо максимально использовать существующий причальный фронт. Техническое состояние причального фронта, согласно результатам обследований, находится в неудовлетворительном состоянии. Многие причалы нуждаются в существенной реконструкции с целью увеличения глубин и повышения эксплуатационных нагрузок. В настоящей работе проведен анализ современных методов реконструкции причальных сооружений различных конструкций и рассмотрены несколько новых схем реконструкции.

Ключевые слова: реконструкция, оторочка-больверк, оторочка-эстакада, шпунтовая стенка, контрфорсы.

УДК 627. 2

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИЧАЛІВ

Г.В. Слободяникк.т.н., ст.викладач кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи
та їх технічна експлуатація»
*Annaslobodyanik27@gmail.com**Одеський національний морський університет*

Анотація. Збільшення вантажопотоку в українських портах стримується через нестачу глибоководних причалів високої несучої здатності. Незважаючи на будівництво нових споруд, необхідно максимально використовувати існуючий причальний фронт. Технічний стан причального фронту, згідно з результатами обстежень, знаходиться в незадовільному стані. Багато причали потребують суттєвої реконструкції з метою збільшення глибин і підвищення експлуатаційних навантажень. У даній роботі проведено аналіз сучасних методів реконструкції причальних споруд різних конструкцій і розглянуті кілька нових схем реконструкції.

Ключові слова: реконструкція, облямівка-больверк, облямівка-эстакада, шпунтова стінка, контрфорси.

© Слободяник А.В., 2018

UDC 627.2

ANALYSIS OF MODERN METHODS OF BERTH RECONSTRUCTIONS

A.V. Slobodyanik

Ph.D., Senior Lecturer of the Department «Sea and river ports, waterways and their technical exploitation»

Odessa National Maritime University

Abstract. *The increase of cargo traffic in Ukrainian ports is constrained due to the lack of deep-sea berths of high bearing capacity. Despite the construction of new facilities, it is necessary to make the most of the existing berthing front. The technical condition of the berthing front, according to the results of the surveys, is in an unsatisfactory state. Many quays need substantial reconstruction in order to increase depths and increase operational loads. In the present work the analysis of modern methods of reconstruction of mooring structures of various designs is carried out. The possibility of their application in various conditions is estimated. A new scheme for reconstruction of berthing facilities is proposed. A comparative analysis of the existing reconstruction methods with the proposed one is made.*

Keywords: *reconstruction, edging-bulwark, edging-trestle, sheet pile wall, buttresses.*

Введение. Интенсивное развитие новых способов перевозок различных типов грузов морским путем и появление специализированных судов большого водоизмещения привело к тому, что большая часть причального фронта портов Украины морально устарела в техническом отношении. Многие существующие причалы в настоящее время эксплуатируются за пределами проектного срока службы. Несоответствие их технических параметров современным судам и методам обработки грузов приводит к неоправданным экономическим потерям. Чтобы конкурировать с портами других государств, наращивая грузооборот, необходима срочная реконструкция и модернизация причального фронта почти всех украинских портов. Успешная реконструкция причальных сооружений может быть осуществлена за счет новых эффективных конструктивных решений. Одним из таких решений могут быть конструкции с использованием шпунтов различных марок.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Увеличение грузопотока в портах нашей страны сдерживается из-за недостатка глубоководных причалов высокой несущей способности. За годы независимости Украины было осуществлено строительство 49 причалов, включая: причалы паромных переправ; грузопассажирские; специализированные [1]. В это число также включены причалы, подвергшиеся весьма значительной реконструкции. Несмотря на такое количество новых причальных сооружений, по-прежнему ощущается их нехватка.

Следует отметить, что существующие причалы требуют тщательного обследования их технического состояния. Паспортизация гидротехнических сооружений, проведенная в начале 2000 годов, свидетельствует о наступившем их физическом износе [2]. Так, из 263 причалов, находящихся на балансе Администрации морских портов Украины на сегодняшний день, 18 % из них не пригодны к эксплуатации и столько же требуют капитального ремонта [3]. Чтобы решить данную проблему АМПУ планирует реконструкцию 12 причалов в портах Южный, Черноморск, Одесский, Мариупольский. При этом планируется довести глубины в Мариупольском порту до – 9,75 м, в Одесском порту у причалов № 1 и 7 до – 13,5 м, в Черноморске у причалов № 2, 7, 8 до –15,0 м и в Южном у причалов № 5-8 до глубин 17-21 м [3; 4]. Конструкции данных причалов и их современное техническое состояние различны.

Успешная реконструкция гидротехнических сооружений во многом зависит от выбора конструктивных схем, которые необходимо подбирать для каждого конкретного случая в отдельности. Известные методы реконструкций имеют ряд недостатков. Поэтому основной задачей на сегодняшний день является разработка инновационных схем реконструкций, позволяющих учесть недостатки существующих причальных сооружений.

Цель и задачи исследования. Цель настоящей работы состоит в анализе результатов обследований современного технического состояния причалов в портах Украины, анализе существующих методов реконструкции и разработке эффективного метода реконструкции причалов различных типов и назначения. К основным задачам исследования относятся:

- рассмотрение существующих методов реконструкции;
- оценка возможности применения их для различных конструкций (массивная кладка, свайный ростверк, уголковая стенка, больверк);
- разработка новых схем реконструкции причальных сооружений.

Материалы исследований реконструкции причалов. Основная цель реконструкции причалов в настоящее время состоит в увеличении глубины у сооружения и повышении категории эксплуатационной нагрузки. В этих случаях реконструкция выполняется путем устройства оторочки в виде больверка (рис. 1, *а* и *б*) или свайного ряда (рис. 2) [5; 6].

Оторочка в виде свайного ряда применяется при возможном выносе линии кордона на расстояние, необходимое для формирования будущего откоса. При этом устройство подпричального откоса является дорогостоящим.

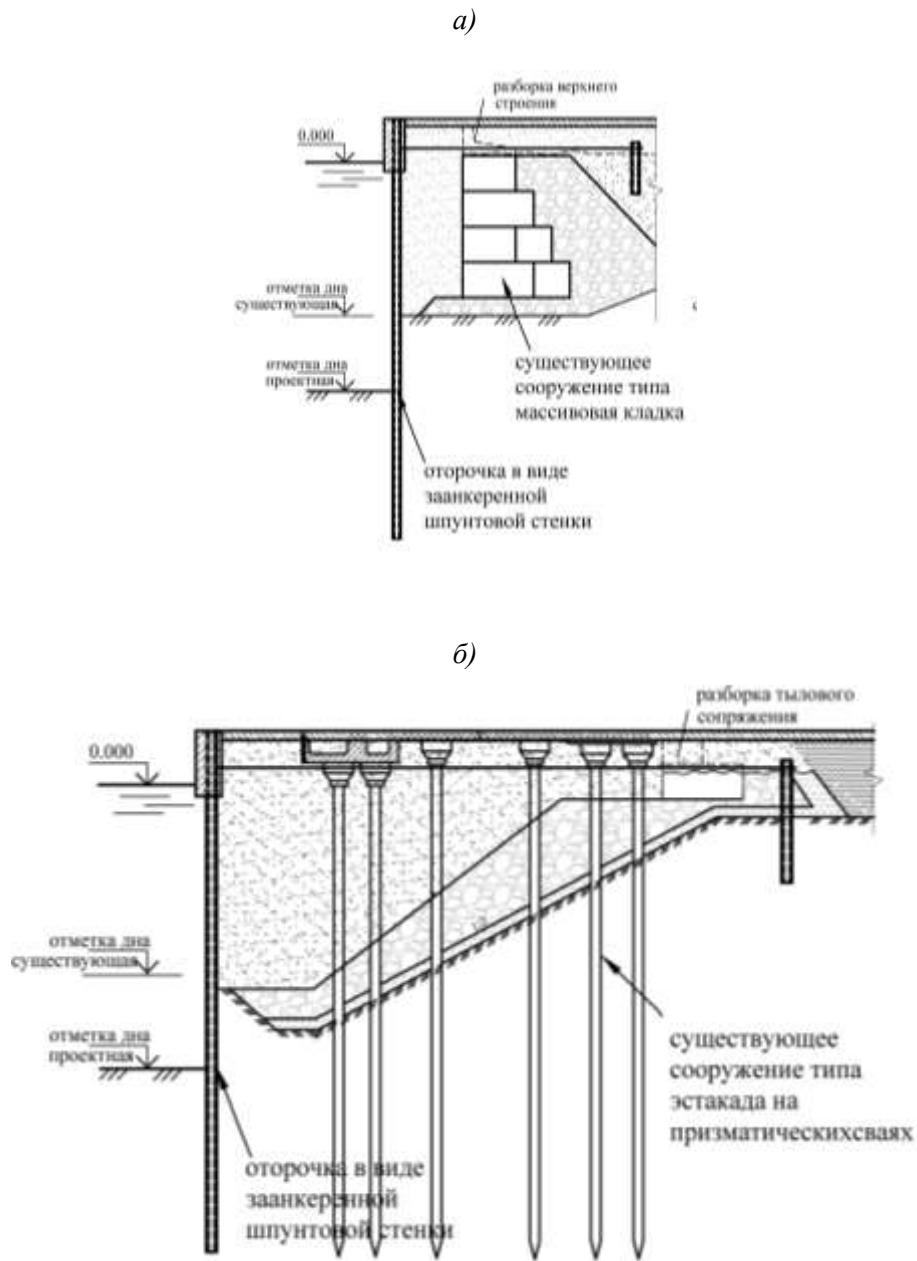


Рис. 1. Оторочка в виде заанкеренного бойверка:
а – при реконструкции сооружения из массивовой кладки;
б – при реконструкции эстакады

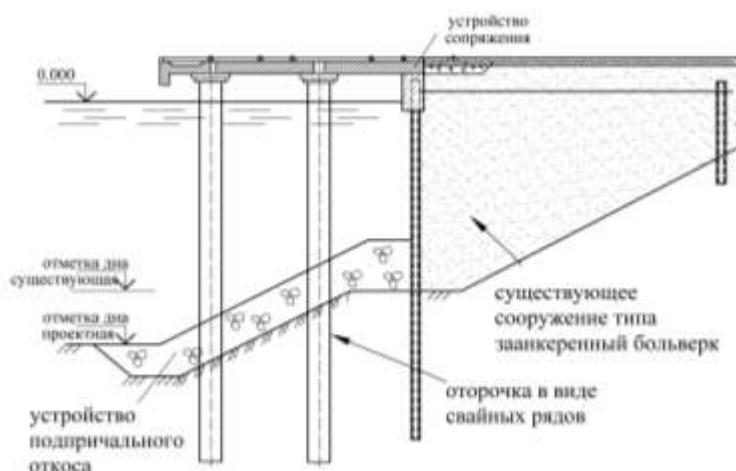


Рис. 2. Оторочка в виде свайного ряда

Оторочка в виде заанкеренного больверка требует меньший вынос линии кордона, который зависит в основном от производства работ по погружению свай. При этом особое внимание уделяется способу анкеровки. Условия выполнения анкеровки оторочек часто трудно выполнимы по причине:

- неудовлетворительного технического состояния существующей конструкции, что препятствует креплению анкеров за элементы сооружения;
- частичной разборки старой конструкции для установки анкерных тяг;
- разуплотнения грунта засыпки при устройстве анкерной опоры оторочки.

Иногда в практике портостроения при реконструкции причалов используются разгружающие и экранирующие элементы, грунтовые анкера. Эти методы возможны при хорошем состоянии существующих сооружений и наличия специального технологического оборудования. Крепление анкерной опоры в теле существующего сооружения может привести к потере устойчивости конструкции.

Важным фактором при выборе конструктивной схемы является продолжительность вывода сооружения из эксплуатации. Так, при существенном различии в продолжительности работ по реконструкции необходимо учитывать экономический эффект от сокращения сроков вывода сооружения из эксплуатации. Выбор окончательной схемы реконструкции необходимо производить после рассмотрения нескольких различных схем на основании технико-экономического сопоставления.

Альтернативным решением предлагается упрощенная конструктивная схема, применение которой возможно для различных видов гидротехнических сооружений [7-11].

Новая схема реконструкции (рис. 3 а, б) включает стальные шпунтовые сваи, погруженные вдоль сооружения, которые снабжены поперечными рядами шпунтовых свай. Шпунтовые сваи поперечных рядов соединены с лицевой стенкой посредством замковых соединений, приваренных к тыловой поверхности лицевой стенки по всей ее высоте. Поверх шпунтовые сваи омоноличиваются железобетонной надстройкой. Пазуха засыпается песком. Шаг поперечных рядов назначается кратным ширине шпунтовых свай лицевой стенки, а длина определяется требованиями проекта. Поперечные шпунтовые ряды играют роль анкеровки.

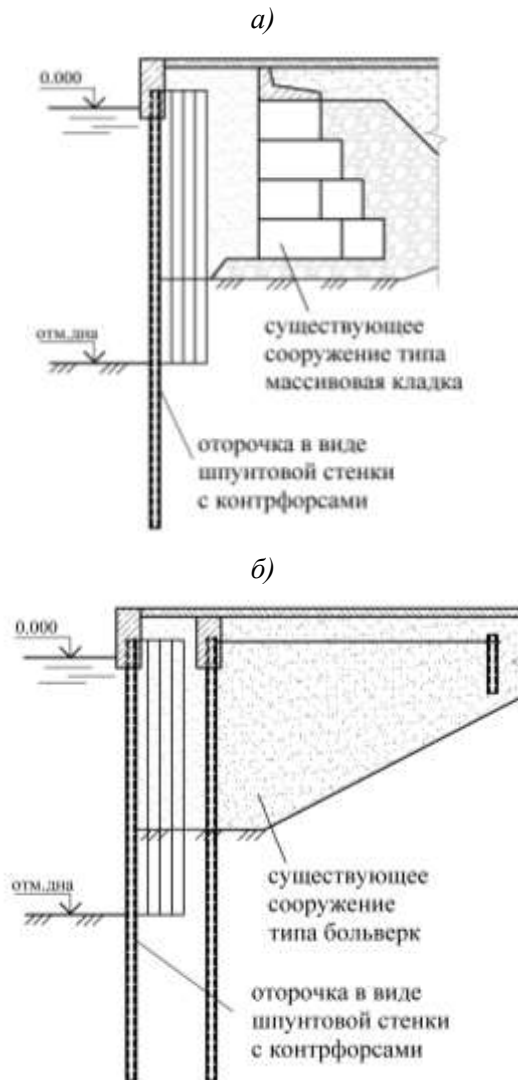


Рис. 3. Оторочка в виде шпунтовой стенки с контрфорсами:
а – при реконструкции массивовой кладки;
б – при реконструкции бойверка

Преимуществами предложенного решения являются:

- минимальный вынос линии кордона, ограничивающийся только плановыми размерами контрфорсов, которыми можно варьировать;
- существующее сооружение остается в теле без разборки и вовлечения в работу;
- строительные работы можно производить без вывода из эксплуатации территории (тыловой зоны) причала.

Данную схему можно применять при любых типах существующих конструкциях.

Результаты разработки схем реконструкции. В работе были рассмотрены два варианта реконструкции причала гравитационного типа из массивной кладки с увеличением глубины до -13,0 м. В первом случае рассматривалась шпунтовая оторочка с контрфорсами с параметрами $b_1 = b_2 = 3$ м, $S = 3$ м, $d = 17$ м, $q = 40$ кПа (рис. 3 а). Во втором случае – традиционная конструкция в виде оторочки с заанкеренной шпунтовой стенкой (рис. 1 а). Оторочка располагается за пределами каменной постели перед существующей конструкцией. Расстояние между оторочкой и существующим сооружением принималась исходя из удобства производства работ. Зона между стенкой и существующим сооружением в последствие заполняется песчаным грунтом [11].

Для оценки эффективного применения на практике шпунтовой оторочки с контрфорсами были определены ее технико-экономические показатели (см. табл. 1).

Таблица 1

Технико-экономические показатели шпунтовой оторочки с ребрами жесткости (тип А) и традиционной конструкции (тип Б) на 100 п.м причала

Вариант реконструкции	Расход металла, т	Объем засыпки, м ³	Разборка существующего сооружения, м ³	Кол-во конструктивных элементов	Стоимость, тыс. грн.
Тип А	857	6200	-	2	4066,3
Тип Б	1054,4	8100	4500	4	5624,8

При использовании нового технико-конструктивного решения оторочки при реконструкции причала происходит уменьшение расхода металла на 19 %, объема засыпки на 23 %, стоимости реконструкции на 27,7 % и за счет уменьшения объемов строительного-монтажных работ и отсутствия разборки существующего сооружения.

Выводы

1. Рассмотренная схема реконструкции применима при различных типах существующих конструкций.
2. Новый вид оторочки не связан конструктивно со старым сооружением, что обеспечивает независимую работу обоих сооружений.
3. Применение новой конструктивной схемы обеспечит повышение несущей способности сооружения, что позволит увеличить эксплуатационные нагрузки.
4. Оторочка типа шпунтовая стенка с контрфорсами экономически эффективна и не требует вывода из эксплуатации тыловой части конструкции.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ильницький К. Затишье на причальном фронте / К. Ильницький // *Порты Украины*. – 2016. – № 2 (74). – С. 26-29.
2. Пойзнер М. Оценка технического состояния и паспортизация гидротехнических сооружений портов и СРЗ Украины / М. Пойзнер, Г. Пушкин // *Порты Украины*. – 2004. – № 5. – С. 60-63.
3. Быстрицкая О. Проекты Вецкаганса: какие причалы модернизирует и построит АМПУ [Электронный ресурс] / О. Быстрицкая // *Центр транспортных стратегий*. 4 апреля 2017г. Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/esche_12_proektov_vetskagansa_kakie_prichaly_moderniziruet_i_postroit_ampu_1204
4. Баженов М. Пять миллиардов на причалы: что задумали в АМПУ [Электронный ресурс] / М. Баженов // *Порты Украины*. 4 апреля 2017. Режим доступа: <http://ports.com.ua/articles/ryat-milliardov-na-prichaly-cto-zadumali-v-ampu>
5. Будин А.Я. Усиление портовых сооружений / А.Я. Будин, М.В. Чекренева. – М.: Транспорт, 1983. – 182 с.
6. Инструкция по усилению и реконструкции причальных сооружений: РД 31.31.38-86. – М.: В/О Мортехинфорреклама, 1987. – 80 с.
7. Патент № 84888. Україна. МПК(2006) E02D 29/2, E02B 3/06. ПІДПІРНА СТІНКА /М.П. Дубровський, Г.В. Слободяник. Одеський національний морський університет. – Заяв. 29.05.2006. Опубл. 10.12.2008. Бюл. № 23. – 4 с.
8. Патент на корисну модель № 115379. Україна. МПК(2017.01) E02B 3/06, E02D 5/00, E02D 29/02. Спосіб зведення гідротехнічних споруд типу шпунтова стінка / Г.В. Слободяник; винахідник та власник Г.В. Слободяник; № 201611675; Заяв. 18.11.2016; Публ. 10.04.2017. Бюл. № 7. – 4 с.

9. Слободяник А.В. *Инновационная конструкция глубоководного причального сооружения [Текст] // Вісник Одеського національного морського університету. – Одеса: ОНМУ, 2016. – № 1(47). – С. 94-100.*
10. Slobodyanik, A.V. *Research of the Work of Thin Retaining Wall with Stiffeners / N.N. Khoneliya, R.R. Bagrationy, A.V. Slobodyanik // Eastern European Scientific Journal (Gesellschaftswissenschaften): Düsseldorf (Germany): Auris Verlag, 2015. 3. – P. 146-151.*
11. Слободяник Г.В. *Визначення зусиль та переміщень у контрфорсних шпунтових стінках при реконструкції причалів [Текст]: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Слободяник Г.В. – О., 2017. – 20 с.*

Стаття надійшла до редакції 20.02.2018 р.

**ЗАЩИТА
БЕРЕГОВ ЛИМАНОВ, ЗАЛИВОВ И ОЗЕР ОТ РАЗРУШЕНИЙ****С.И. Рогачко**

д.т.н., профессор кафедры «Морские и речные порты, водные пути
и их техническая эксплуатация»
rostasice@ukr.net

Одесский национальный морской университет, Украина

Аннотация. Берега лиманов, заливов и больших озер подвергаются силовому воздействию ветровых волн и дрейфующих ледяных образований. Интенсивность этих разрушений зависит от многих природных факторов. Особую опасность это неблагоприятное явление представляет для населенных пунктов, которые исторически основывались в непосредственной близости от уреза воды, а также для памятников архитектуры, построенных в стародавние времена. Такая проблема существует во многих странах мира. Решается она возведением различных типов берегозащитных сооружений, которые должны успешно противостоять силовому воздействию водной среды на берега. В статье представлено инновационное техническое решение активной защиты таких побережий, отличающееся простотой возведения, невысокой стоимостью, максимальной эффективностью и долговечностью. Данный способ защищен патентом Украины.

Ключевые слова: берегозащитные гидротехнические сооружения; ветровые волны; дрейфующие ледяные образования; буна.

**ЗАХИСТ
БЕРЕГІВ ЛИМАНІВ, ЗАТОК ТА ОЗЕР ВІД РУЙНУВАНЬ****С.І. Рогачко**

д.т.н., професор кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи
та їх технічна експлуатація»
rostasice@ukr.net

Одеський національний морський університет, Україна

Анотація. Береги лиманів, заток та великих по площі озер страждають від силових впливів вітрових хвиль та дрейфуючих льодових утворень. Інтенсивність їх руйнувань залежить від багатьох природних факторів. Особливу небезпеку це несприятливе явище має для різних поселень, котрі знаходяться на їх берегах, а також для пам'яток архітектури, побудованих в стародавні часи. Така проблема існує в багатьох країнах світу. Вирішується вона будівництвом різноманітних типів берегозахисних споруд, котрі повинні успішно протистояти силовому впливу водного середовища на береги.

В статті наведено інноваційне технічне рішення активного захисту таких берегів, котре відрізняється простотою, не високою вартістю, максимальною ефективністю та довговічністю. Цей спосіб захищений патентом України.

Ключові слова: берегозахисні гідротехнічні споруди, вітрові хвилі, дрейфуючі льодові утворення, буна.

УДК 627.51

THE PROTEKTION OF ESTUARIES, BAYS, LAKES SHORES FROM DESTRUCTIONS

Stanislav I. Rogachko

Doctor of Technical Sciences, Professor
of the Department «Seas and river ports, waterways and their technical exploitation»
rostasice@ukr.net

Odessa National Maritime University, Ukraine

Abstract. *The shores of estuaries, bays and large lakes are exposed to the power of wind waves and drifting ice formations. The intensity of their destruction depends on many natural factors. This unfavorable phenomenon is especially dangerous for settlements that historically were founded in close proximity to the water's edge, as well as for monuments of architecture built in ancient times. Such a problem exists in many countries of the world, it is solved by the erection of various types of coast protection structures that must successfully resist the force of the aquatic environment on the coast. Known methods of protecting the long coasts of the seas from destruction by storm waves and drifting ice formations by active and passive protection structures seem unreasonably expensive in cases of their use in estuaries, bays, lakes and reservoirs. The article presents an innovative technical solution to the active protection of such coasts, characterized by simple construction, low cost, maximum efficiency and durability. This method is protected by the patent of Ukraine.*

Keywords: *protection coast constructions, wind wave, drifting ice formations, buna.*

Вступлення. Во многих странах мира, в том числе и в Украине, одной из актуальных технических проблем является интенсивное разрушение берегов рек, озер, водохранилищ, лиманов, заливов и морей ветровыми волнами и дрейфующими ледовыми образованиями (ровными ледяными полями, одиночными торосами и полями торшения). Особую опасность оно представляет для населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости от уреза воды. За последнее столетие во многих из них с лица земли исчезли целые улицы вместе с приусадебными участками, домами и другими постройками.

В качестве примера можно привести села и города, расположенные на берегах Днестровского и других лиманов. В настоящее время к памятнику архитектуры, Белгород-Днестровской крепости, линия уреза лимана приблизилась вплотную. Обрушение внешней стены по этим же причинам произошло еще в восьмидесятых годах позапрошлого столетия.

Известные методы защиты протяженных побережий морей от разрушений штормовыми волнами и дрейфующими ледовыми образованиями, сооружениями активной и пассивной защиты, представляются неоправданно дорогими в случаях их использования на лиманах, заливах, озерах и водохранилищах.

Анализ основных достижений и литературных источников. В мировой инженерной практике защиты морских берегов от силового воздействия ветровых волн и дрейфующих ледовых образований применяются сооружения активной и пассивной защиты [1; 2]. К первым из них относятся буны и подводные волноломы в межбунном пространстве. Основным преимуществом этого метода защиты является сохранение пляжей при одновременном увеличении их ширины. Такой метод был применен в городской черте Одессы. В результате было остановлено наступление моря на тех участках, где были возведены такие сооружения. Опыт эксплуатации этих сооружений показывает, что подводные волноломы можно было не строить по причине их неэффективного гашения волновой энергии. При этом головы бун необходимо было вывести на глубину воды 4÷5 м. Кроме этого наличие подводных волноломов в системе активной защиты приводит к ухудшению водообмена в межбунном пространстве и море, что особенно нежелательно в летние месяцы. Стоимость сооружений активного типа возрастает с увеличением глубины воды, а производство работ при их возведении зависит от погодных условий.

Сооружения пассивной защиты, возведенные во второй половине прошлого века в Одессе, в настоящее время находятся в аварийном состоянии [3] (см. фото на рис. 1).

Причина их преждевременного разрушения заключается в несовершенстве конструкции и в низком качестве производства гидротехнических работ. Низкое качество работ явно обусловлено недостаточным авторским и техническим надзорами в процессе строительства. Сооружения пассивного типа возводятся в зоне переменного уровня лишь в тех случаях, когда необходимо сохранить от разрушений промышленные и гражданские объекты, построенные в непосредственной близости от уреза воды. К сожалению, сооружения пассивной защиты полностью исключают наличие пляжей. Это является их основным недостатком. Тем не менее, в последнее время разработаны новые типы конструкций берегозащитных сооружений пассивного типа, которые могут успешно противостоять силовому воздействию и ветровых волн и дрейфующих ледовых образований [4; 5; 6; 7; 8; 9]. Их внедрение требует проведение предварительных экспериментальных исследований в лабораторных условиях.



Рис. 1. Современное техническое состояние берегозащитных сооружений пассивного типа в черте г. Одессы

Применение мысовых форм, которые построены в настоящее время за пределами города представляется неэффективным по причине неоправданных капиталовложений, вызванных несовершенством конструкции, в которой совместно использованы и железобетонные щелевые плиты на подводных откосах и наброска из рваного камня. При этом почти в два раза сокращается длина вдольберегового пляжа, а купание вдоль каменной наброски представляет вполне определенную опасность даже при слабом волнении (см. фото на рис. 2; 3).



Рис. 2. Сооружение мысовой формы (Чабанка)



Рис. 3. Надводная часть берегозащитного сооружения (Чабанка)

Поставленная цель была достигнута благодаря анализу: технического состояния построенных берегозащитных сооружений; результатов обследования современного состояния побережья Днестровского лимана в ряде населенных пунктов на его берегах; современных конструкций берегозащитных сооружений и разработкой простейшего способа защиты берегов с использованием местных строительных материалов.

Материалы исследований. Приурезные зоны мелководных берегов лиманов, заливов, озер и водохранилищ в нашей стране интенсивно зарастают водной растительностью, которая эффективно гасит энергию ветровых волн в штормовые периоды. В суровые зимы редкой повторяемости на таких водоемах формируются либо пассивные припаи, либо сплошной устойчивый ледяной покров, в который вмержается водная растительность, пересекающая свободную поверхность воды. В процессе подъема уровня воды, вызываемого различными причинами, ледяной покров вместе с корневой системой вырывают водную растительность, пересекающую свободную поверхность воды.

В результате берега таких водоемов лишаются водной растительности, которая способна интенсивно гасить энергию ветровых волн. По этой причине ветровые волны даже небольшой интенсивности воздействуют беспрепятственно непосредственно на береговые склоны, разрушая их основание. Ветровая и ливневая эрозии, а также полив огородов способствуют разрушению надводных частей береговых склонов (см. рис. 4).



Рис. 4. Состояние берегового склона в черте Шабо

Некоторые местные жители пытаются остановить наступление вод лимана на береговые склоны дорогостоящим и неэффективным способом, представленным на фото рис. 5.



Рис. 5. Локальное укрепление берегового склона в Шабо

Такой метод защиты не является эффективным и не решает существующей проблемы защиты берегов лимана особенно у населенных пунктов. Следует особо отметить, что дно лимана, в частности у села Шабо сложено из мелкозернистых песков, которые могут быть использованы в качестве местных строительных материалов.

Результаты исследований. Анализ типов защиты побережий от разрушения ветровыми волнами и дрейфующими ледовыми образованиями, результатов обследования берегов и технического состояния построенных берегозащитных сооружений позволил разработать простой и эффективный способ, который не может быть применен в условиях моря.

Таким образом, была поставлена и решена задача по созданию способа защиты берегов лиманов и заливов от разрушения ветровыми волнами и дрейфующими ледяными полями. В данном способе вдоль побережья создаются системы бун непосредственно из донных грунтов путем их механизированной выемки из двух продольных прорезей. Ориентированные перпендикулярно берегу буны с пологими откосами будут препятствовать дрейфу ровных ледяных полей в межбунном пространстве, а соответственно и их разрушительному воздействию на берега.

Буны можно создавать из донных грунтов, путем их механизированной выемки из двух прорезей. Угол заложения откосов бун будет равен углу внутреннего трения донных водонасыщенных грунтов. Головы бун необходимо укреплять каменными набросками. Корневые части бун не примыкают непосредственно к берегу. Расстояние между бунами L можно назначать максимальной длины. С учетом топографии дна, оно может приниматься равным от 400 до 600 и более метров.

Реализацию данного способа можно осуществить следующим образом (см. рис. 6 и рис. 7).

После геодезической разбивки и закрепления на местности створов продольных осей систем бун и прорезей примерно под углом 90° к береговой линии, на защищаемом участке побережья, приступают к устройству прорезей 1 в естественном дне 2 водоема. Извлеченные объемы грунта используют для формирования тел бун 3, надводная часть которых пересекает расчетный уровень воды 4. При этом во избежание застоя воды в межбунном пространстве, корневые части бун располагают на глубине 1 м от расчетного уровня воды 4. Таким образом, между линией уреза воды 5 и корневой оконечностью бун 3 образуют разрывы, способствующие естественному водообмену, в процессе колебаний уровня воды под воздействием сгонно-нагонных явлений. По мере увеличения глубины воды по длине бун, увеличивают глубину дна прорезей 6 так, чтобы объема извлекаемого грунта с учетом его угла внутреннего трения было достаточно для формирования тел бун. Головы бун, в зависимости от уклона дна, располагают на глубинах воды от 2 до 2,5 м, а надводные их части возвышают над расчетным уровнем воды 3 не более, чем на 1 м. Ширина бун поверху может колебаться от 1,5 до 2 м.

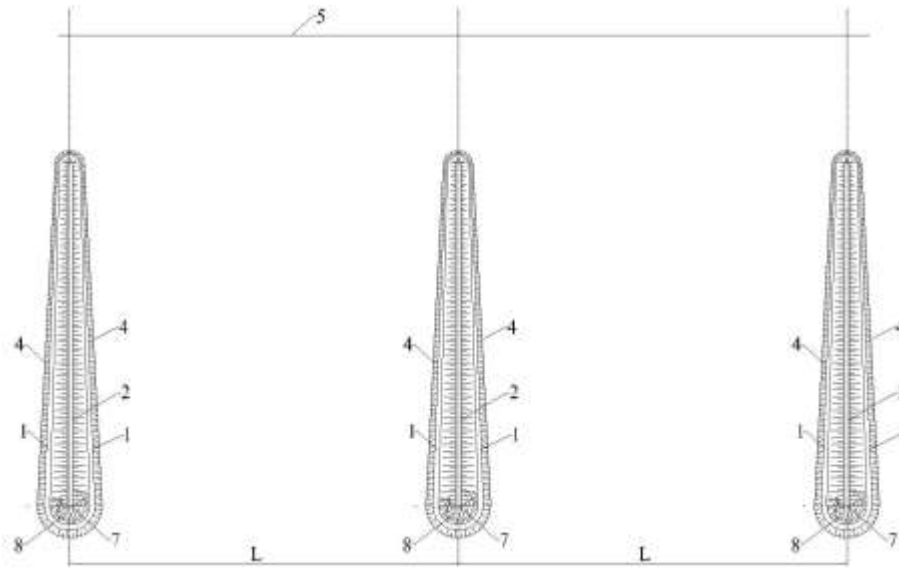


Рис. 6. Плановое расположение бун вдоль береговой линии:
1 – прорези; 2 – естественное дно водоема; 3 – тело буны;
4 – расчетный уровень воды; 5 – урез воды; 6 – дно прорези;
7 – головы бун; 8 – откосы голов бун

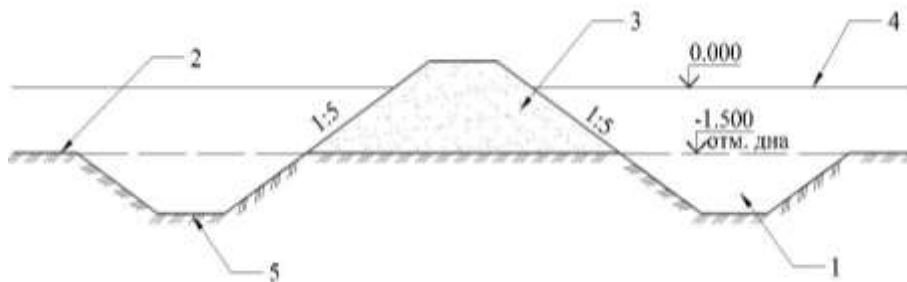


Рис. 7. Поперечный разрез буны:
1 – прорези; 2 – естественное дно водоема; 3 – тело буны;
4 – расчетный уровень воды; 5 – дно прорези

После возведения бун 2 откосы их голов 7 укрепляют защитным слоем каменной наброски 8 с контрфильтром. Крупность камня определяют расчетным путем, в соответствии с рекомендациями норм, в зависимости от расчетных параметров волн в системе расчетного шторма повторяемостью один раз в 50 лет [10].

После завершения строительства бун в пространстве между ними в зимние периоды года при отрицательных температурах воздуха будет формироваться ледяной покров, который под воздействием ветров и течений не сможет дрейфовать из-за наличия бун. Тем самым будет исключено прямое силовое воздействие ровных ледяных полей непосредственно на защищаемые берега, а также на водную растительность, которая в безледные периоды года будет гасить энергию штормовых волн, препятствуя разрушению защищаемых берегов. Сформировавшаяся в межбунном пространстве растительность и наличие прорезей будут способствовать воспроизводству различных пород рыб и водоплавающих птиц.

Выводы

1. Разработанный таким образом способ защиты побережий мелководных водоемов, к которым относятся заливы, лиманы, озера и равнинные водохранилища препятствует вдольбереговому дрейфу ровных ледяных полей, а соответственно исключает их разрушающее воздействие на берега.

2. Водная растительность в межбунном пространстве будет сохраняться и в зимние периоды года.

3. В безледные периоды года наличие водной растительности в межбунных пространствах будет способствовать полному гашению энергии волн и, тем самым, исключит их силовое воздействие на защищаемые берега.

4. Наличие водной растительности будет способствовать увеличению популяции водоплавающих птиц.

5. Донные прорези, образованные в процессе возведения системы бун будут способствовать размножению различных видов рыб.

6. Данный метод защиты побережий мелководных водоемов представляется относительно недорогим и быстро возводимым, поскольку для его реализации используется донный грунт в качестве местного строительного материала.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Смирнов Г.Н., Горюнов Б.Ф., Курлович Е.В. и др. *Порты и портовые сооружения*. – М.: Стройиздат, 1993.
2. Смирнова Т.Г., Правдивец Ю.П., Смирнов Г.Н. *Берегозащитные сооружения*. – М.: Изд-во «Ассоциация строительных вузов», 2002.
3. Рогачко С.И., Бааджи В.Г. *Особенности проектирования морских берегозащитных сооружений // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 83. – Кн. 2. – К.: ДП НДІБК, 2016. – С. 282-287.*

4. *Рогачко С.И. Берегозащитное сооружение. Авторское свидетельство № 776109 от 07.07.1980 // Бюллетень № 40 «Открытия, изобретения и товарные знаки». – М., 1980.*
5. *Рогачко С.И., Анисимов К.И., Сеница Р.В. Универсальна захисна споруда: Патент на корисну модель № 42602. – К., 2009.*
6. *Рогачко С.И., Анисимов К.И., Сеница Р.В. Универсальна берегозахисна споруда: Патент на винахід № 92099. – К., 2010.*
7. *Рогачко С.И., Бааджи В.Г. Берегозахисна споруда: Патент на корисну модель № 50150. – К., 2010.*
8. *Рогачко С.И., Бааджи В.Г. Берегозахисна споруда: Патент на винахід № 98645. – К., 2012.*
9. *Рогачко С.И., Новодворский Д. Спосіб захисту берегів лиманів та заток від руйнування хвилями і дрейфуючими крижаними полями: Патент на корисну модель № 109349. – К., 2016.*
10. *СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). – М.: Стройиздат, 1995.*

Стаття надійшла до редакції 20.04.2018 р.

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ
В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР****С.П. Онищенко**д.э.н., профессор, профессор кафедры «Эксплуатация флота
и технология морских перевозок»*Одесский национальный морской университет*

Аннотация. В статье представлена экономико-математическая модель формирования и распределения ресурсов в процессе долгосрочного развития корпоративных структур с учетом динамики и изменчивости конъюнктуры рынка, а также альтернативных вариантов развития для каждой стратегической бизнес-единицы. В основе предлагаемого подхода к моделированию процесс согласования решений в корпоративной системе, который базируется на замене итеративного процесса предварительным исследованием моделей разных уровней. Предлагаемый подход реализует идею обмена информацией «снизу-вверх, сверху-вниз» в корпоративной структуре.

Ключевые слова: бизнес-портфель, ресурсы, развитие, моделирование, многоуровневая структура, оптимизация.

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ
В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНИХ СТРУКТУР****С.П. Онищенко**д.е.н., профессор, профессор кафедры «Експлуатація флоту
і технологія морських перевезень»*Одеський національний морський університет*

Анотація. У статті представлена економіко-математична модель формування і розподілу ресурсів в процесі довгострокового розвитку корпоративних структур з урахуванням динаміки і мінливості кон'юнктури ринку, а також альтернативних варіантів розвитку для кожної стратегічної бізнес-одиниці. В основі запропонованого підходу до моделювання процес узгодження рішень в корпоративній системі, який базується на заміні ітеративного процесу попередніми дослідженнями моделей різних рівнів. Пропонований підхід реалізує ідею обміну інформацією «знизу-вгору, зверху-вниз» в корпоративній структурі.

Ключові слова: бізнес-портфель, ресурси, розвиток, моделювання, багаторівнева структура, оптимізація.

UDC 519.863

**OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION OF RESOURCES
IN THE PROCESS OF DEVELOPMENT OF CORPORATE STRUCTURES**

S.P. Onishchenko

Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department «Fleet Operation
and technology of sea transportation»

Odessa National Maritime University

Abstract. *The article presents a mathematical model of the resources formation and distribution in the long-term development process for corporate structures, taking into account the dynamics and volatility of the markets, as well as alternative development options for each business.*

This research is based on the classic approach to optimization in multi-tiered systems, which involves the development of two types of models – the top (corporate) level and local models (for each business), but offers a new approach to harmonizing these models.

At the base of the proposed approach to modeling is the process of coordinating decisions in a corporate system, which is based on replacing the iterative process with preliminary studies of models.

The proposed approach realizes the idea of information exchanging «from below-up, top-down» in the corporate structure. The optimization for different values of resource constraints on local models forms two interrelated sets – resource values and corresponding parameters of the development trajectory. This information is used in an enterprise-level model, and the results of optimization are the initial information for the final choice of the development path for each business.

Keywords: *business-portfolio, resources, development, modeling, multi-level structure, optimization.*

Введение. Разработка стратегии развития предприятия является сложной и многоаспектной проблемой, особенно, когда предприятие представляет собой диверсифицированную структуру. В этом случае рассматривается развитие каждой стратегической бизнес-единицы (СБЕ) в рамках единого бизнес-портфеля – корпоративной структуры с учетом локальных и общесистемных интересов.

Как было изложено в [1; 2], основная задача корпоративного управления заключается в обеспечении эффекта синергизма в рамках устойчивого функционирования и развития предприятия. Естественно, что траектория развития каждого бизнес-направления должна быть органично взаимосвязана с траекториями других СБЕ таким образом, чтобы обеспечивалась планируемая траектория развития корпоративной структуры в целом в рамках существующих финансовых ограничений.

Также необходим учет динамики рыночной конъюнктуры и фазы жизненного цикла каждой СБЕ. В соответствии с подходом, представленным в [1], СБЕ, находящиеся на фазах интенсивного роста и зрелости и

приносящие высокий доход, должны взять на себя часть расходов новых бизнес-единиц, у которых на начальном этапе нет возможности самостоятельно финансировать необходимые маркетинговые программы и проекты. В свою очередь, высокий доход «зрелых» СБЕ не всегда достаточен для осуществления масштабных проектов или программ по их развитию. Таким образом, в рамках корпоративной структуры должны быть созданы более благоприятные условия и предоставлены большие возможности по развитию СБЕ, чем при функционировании их в качестве отдельного независимого бизнеса.

Отметим, что в этом и заключается одно из проявлений эффекта синергизма, существование которого обуславливается эффективным формированием, функционированием и развитием корпоративных структур.

Действительно, привлекая финансовые ресурсы посредством, например, кредита, для реализации того или иного проекта отдельное бизнес-направление помимо погашения кредита должно покрыть соответствующие проценты за его использование. В корпоративной же структуре существует возможность привлечения части общекорпоративных финансовых ресурсов, а также кредитных средств на более льготных условиях.

Наряду с указанными преимуществами, процесс совместного развития бизнес-направлений порождает и ряд проблем организационного и экономического характера, в том числе, и проблему формирования и распределения общекорпоративных ресурсов.

Так, в экономико-математической модели распределении общекорпоративных расходов в процессе функционирования корпоративной структуры (бизнес-портфеля) [2], доля участия каждой СБЕ в покрытии общекорпоративных затрат (на маркетинговые, социальные программы) определялась с помощью весовых коэффициентов. Но, в отличие от текущей деятельности, процесс развития является более сложным с точки зрения наличия альтернатив у каждого бизнес-направления, что должно быть учтено и взаимосвязано в рамках всей корпоративной структуры.

Анализ литературных источников и выделение нерешенной части проблемы. Математическое описание оптимизации траекторий СБЕ в рамках корпоративных структур, определяет иерархию моделей: локальные модели развития каждой СБЕ и координирующая модель корпоративного уровня.

Как известно, локальные оптимумы в многоуровневых моделях, как правило, противоречат общесистемным ограничениям. Поэтому корпоративный уровень менеджмента посредством манипулирования финансовыми ресурсами обеспечивает согласование траекторий и их временных параметров для каждой СБЕ.

Таким образом, в рамках модели развития корпоративной структуры распределяются финансовые ресурсы между СБЕ и определяются объемы привлеченных ресурсов, которые необходимы для реализации всех намеченных проектов. В рамках локальных моделей с учетом ограничений по финансовым возможностям определяются траектории разви-

тия и их временные параметры. Связующим звеном данных моделей являются финансовые ресурсы.

Реализация указанного подхода в иерархической системе с вертикальными связями осуществляется с помощью декомпозиционных методов [3; 4], и, в частности, классического алгоритма Корнаи-Липтака, в основе которого итеративный процесс получения оптимального плана посредством согласования решений координирующей задачи с решениями локальных задач. Отметим, что идея многоуровневой оптимизации, была в центре внимания отечественных ученых во времена существования СССР, где согласование решений каждого предприятия осуществлялось на уровне отрасли. На сегодняшний день этот подход также успешно используется для решения проблем регионального и отраслевого характера с учетом современных методов управления и существующих иерархических связей ([5; 6]), появляются новые алгоритмы, основанные на декомпозиционном подходе (например, [7]).

Но, следует обратить внимание, что в современных публикациях практически отсутствует рассмотрение проблемы согласования решений по развитию корпоративной структуры с учетом влияния конъюнктуры рынка. Так, в работах [8-14] предлагаются экономико-математические модели распределения общесистемных ресурсов при постоянстве цен, объемов спроса и реализации. Более того, стратегическое планирование должно учитывать вероятностную природу условий реализации проектов, что предполагает рассмотрение возможных отклонений фактических результатов от запланированных. В предлагаемых подходах это также не исследовано, что обуславливает актуальность данного исследования.

Цель исследования и постановка задачи. Целью данного исследования является разработка модели формирования и распределения общекорпоративных ресурсов в процессе долгосрочного развития с учетом динамики и изменчивости конъюнктуры рынка, а также альтернативных вариантов развития для каждой СБЕ.

Материалы исследования. На наш взгляд, с учетом возможностей современных информационных технологий и специфики рассматриваемой задачи, можно использовать подход к моделированию согласования решений в корпоративной системе, который основан на замене итеративного процесса предварительным исследованием локальных моделей. Таким образом, данное исследование опирается на классический подход к оптимизации в многоуровневых системах, предусматривающий разработку двух видов моделей – верхнего (корпоративного) уровня и локальных моделей (для каждого СБЕ), но предлагает новый подход к согласованию данных моделей.

Результаты исследования. Рассмотрим бизнес-портфель предприятия, состоящий из K СБЕ. Разобьем весь временной промежуток $[0, T^{\max}]$ на периоды (несколько лет, год, полугодие, квартал) $[t_{l-1}, t_l]$ $l = \overline{1, L}$.

Введем обозначения:

CF_k^l – значение потока денежных средств для k -ой СБЕ во временном периоде l ;

I_k^l – значение рентабельности инвестиционных затрат для k -ой СБЕ;

$\sigma_k^{F,l}$ – среднее квадратическое отклонение прибыли от эксплуатации во временном периоде l для k -ой СБЕ;

$\sigma_k^{R,l}$ – среднее квадратическое отклонение инвестиционных затрат во временном периоде l для k -ой СБЕ.

R_k^l, F_k^l – соответственно, инвестиционные расходы и прибыль от эксплуатации без учета риска возможных потерь для k -ой СБЕ во временном периоде l .

В рамках локальных моделей в результате численных экспериментов (оптимизация при различных значениях R_k^l – финансовых ресурсов, выделяемых k -ой СБЕ во временном периоде l) могут быть получены следующие зависимости основных экономических показателей:

$$CF_k^l = CF_k^l(R_k^l), F_k^l = F_k^l(R_k^l), I_k^l = I_k^l(R_k^l), \sigma_k^{F,l} = \sigma_k^{F,l}(R_k^l), \sigma_k^{R,l} = \sigma_k^{R,l}(R_k^l).$$

В каждом конкретном случае эти закономерности носят индивидуальный характер, однако, в качестве наиболее общих зависимостей следует рассматривать следующие (рис.1).

Такой подход обуславливает отсутствие необходимости итеративного согласования решений локальных моделей и модели корпоративного уровня, а все эксперименты по распределению корпоративных ресурсов могут осуществляться в рамках модели корпоративного уровня.

Итак, в качестве параметров управления модели распределения корпоративных ресурсов в процессе развития, рассматриваются:

R_k^l – финансовые ресурсы, выделяемые на развитие k -ой СБЕ во временном периоде l , $k = \overline{1, K}; l = \overline{1, L}$;

g_k^l – доля притоков денежных средств k -ой СБЕ во временном периоде l , которая направлена на формирование общекорпоративных финансовых ресурсов;

$R_{привл}^l$ – привлеченные финансовые ресурсы, которые направлены на реализацию проектов в процессе развития корпоративной структуры в целом во временном периоде l .

Основная идея модели представлена на рис. 2.

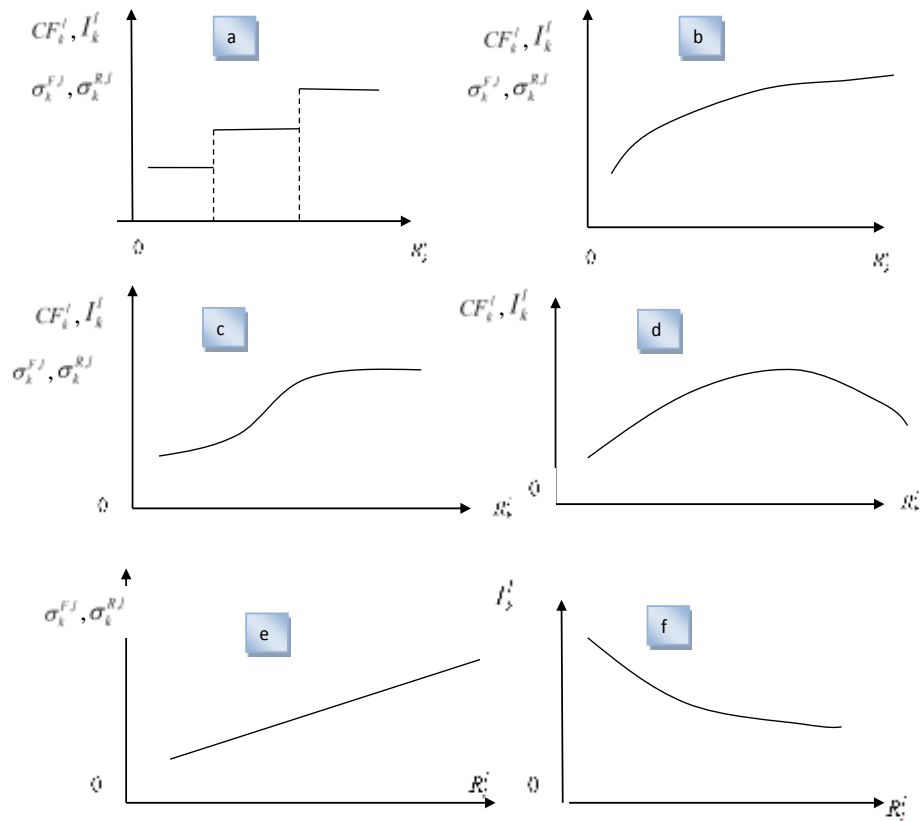


Рис. 1. Принципиальные виды зависимости экономических показателей деятельности СБЕ от объема инвестиционных ресурсов

Прежде всего, введем ограничения, которые устанавливают минимально возможную границу притоков денежных средств для каждой СБЕ в каждом рассматриваемом временном промежутке

$$(1 - g_k^l) * CF_k^l(R_k^l) \geq CF_k^{l-\min}, k = \overline{1, K}; l = \overline{1, L}; \quad (1)$$

$$0 < g_k^l \leq 1, k = \overline{1, K}; l = \overline{1, L} \quad (2)$$

$CF_k^{l-\min}$ является минимально возможной величиной денежных средств, которые необходимы для успешного функционирования СБЕ;

$(1 - g_k^l) * CF_k^l(R_k^l)$ – это та часть притоков денежных средств, которая используется k -ой СБЕ во временном периоде l для обеспечения ее успешного функционирования.

Соответственно величина $g_k^l * CF_k^l(R_k^l)$ – это те денежные средства, которые формируют общекорпоративные финансовые ресурсы, объем которых для каждого временного промежутка l

$$\sum_{k=1}^K g_k^l * CF_k^l(R_k^l). \quad (3)$$

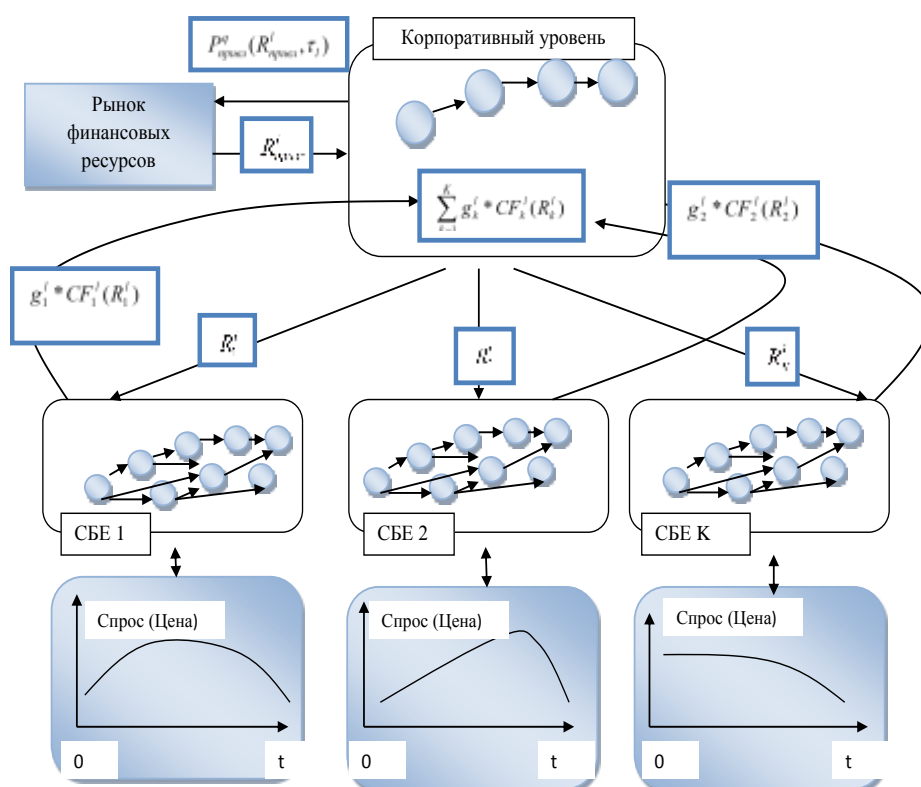


Рис. 2. Принципиальная схема формирования и распределения корпоративных ресурсов в процессе развития

Естественно, что те финансовые ресурсы R_k^l , которые выделяются k -ой СБЕ во временном периоде l , являются частью общекорпоративных финансов, которые формируются из двух составляющих – собственных средств (2) и привлеченных финансовых ресурсов $R_{\text{привл}}^l$.

Таким образом, введем далее ограничения по верхним границам

$$\sum_{k=1}^K R_k^l \text{ и } R_{\text{привл}}^l$$

$$0 \leq \sum_{k=1}^K R_k^l \leq \sum_{k=1}^K \sum_{v=1}^{l-1} g_k^v * CF_k^v(R_k^v) + R_{\text{привл}}^l + R^{\text{нач}}, l = \overline{1, L}; \quad (4)$$

$$0 \leq R_{\text{привл}}^l \leq R_{\text{привл}}^{l-\text{max}}, l = \overline{1, L}, \quad (5)$$

где $R_{\text{привл}}^{l-\text{max}}$ – это максимально возможная величина привлеченных финансовых средств во временном периоде l ;

$R^{\text{нач}}$ – имеющиеся ресурсы в начале процесса развития, задаются для первого временного отрезка, в дальнейшем полагаются равными 0.

$\sum_{k=1}^K \sum_{v=1}^{l-1} g_k^v * CF_k^v(R_k^v)$ – это величина накопленных собственных финансовых ресурсов за время, предшествующее периоду l .

Также, использование финансовых ресурсов должно обеспечить определенный уровень эффективности I_{\min}^l

$$I_k^l \geq I_{\min}^l, l = \overline{1, L}, k = \overline{1, K}. \quad (6)$$

Отметим, что динамика расходов, связанных с привлечением определенного объема финансовых ресурсов (например, посредством кредита) зависит от многих факторов - процентной ставки, наличия льготного периода и т.п. Но, с точки зрения рассматриваемой задачи, основным является срок использования привлеченных средств τ^l . Обозначим расходы, связанные с привлеченными финансовыми ресурсами

$$P_{\text{привл}}^q(R_{\text{привл}}^l, \tau_l), q = \overline{l+1; l+\tau_l}.$$

Эти величины должны быть учтены в финансовом итоге развития корпоративной структуры, в качестве которого рассматривается поток денежных средств.

Так как корпоративная структура должна обладать устойчивостью в процессе функционирования и развития, то необходимо учесть также влияние негативных факторов. В рамках данной работы рассматриваются две величины возможных потерь – прибыли от эксплуатации $k(\alpha)\sigma_k^{F,l}$ и превышения инвестиционных затрат на реализацию проектов развития $k(\alpha)\sigma_k^{R,l}$, где $k(\alpha)$ коэффициент, зависящий от заданной вероятности α в соответствии с подходом [2].

Таким образом, ограничение по нижней границе CF_{\min}^l общекорпоративных притоков денежных средств с учетом возможных потерь

$$\sum_{k=1}^K g_k^l * (CF_k^l(R_k^l) - k(\alpha) * (\sigma_k^{F,l}(R_k^l) - \sigma_k^{R,l}(R_k^l))) - \sum_{s=1}^l P_{\text{привл}}^{l-q+1}(R_{\text{привл}}^q, \tau_q) \geq CF_{\min}^l, l = \overline{1, L}. \quad (7)$$

В качестве целевой функции будем рассматривать суммарный общекорпоративный финансовый итог

$$\sum_{l=1}^L \left(\sum_{k=1}^K g_k^l * CF_k^l(R_k^l) \right) - \sum_{s=1}^{l+\tau_l} P_{\text{привл}}^s(R_{\text{привл}}^l, \tau_l) \rightarrow \max, \quad (8)$$

где $\sum_{l=1}^L \sum_{s=l}^{l+\tau_l} P_{привл}^s (R_{привл}^l, \tau_l)$ – это все расходы, связанные с привлеченными ресурсами за весь рассматриваемый период.

Таким образом, модель (1)-(2),(4)-(8) позволяет оптимизировать формирование и распределение ресурсов в корпоративных структурах в процессе стратегического развития, определяя при этом необходимую величину привлеченных финансовых ресурсов для каждого рассматриваемого временного интервала. В свою очередь, оптимальное распределение ресурсов обуславливает соответствующую оптимальную траекторию развития и ее временные параметры для каждой СБЕ.

Выводы. В заключение отметим, что предлагаемый подход к оптимизации процесса развития корпоративной структуры

- во-первых, базируется на взаимосвязи элементов бизнес-портфеля посредством общекорпоративных ресурсов;
- во-вторых, учитывает динамику рынка и возможность варьирования сроками реализации отдельных проектов в локальных моделях, что отражается в модели корпоративного уровня в виде агрегированных показателей;
- в-третьих, позволяет оптимизировать не только распределение ресурсов, но и процесс их формирования.

Отметим, что предлагаемый подход реализует идею обмена информацией «снизу-вверх, сверху-вниз» в корпоративной структуре. Оптимизация при различных значениях ресурсных ограничений по локальным моделям формирует два взаимосвязанных множества – значений ресурсов и соответствующих параметров траектории развития. Далее эта информация используется в модели корпоративного уровня, а результаты оптимизации являются исходной информацией для окончательного выбора траектории развития каждой СБЕ.

Дальнейшее развитие данного подхода должно основываться на отраслевой специфике развития бизнес-направлений и корпоративных структур, а также условий их реализации.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Круглов М.И. *Стратегическое управление компанией*. – М.: Русск. Деловая лит, 1998. – 768 с.
2. Онищенко С.П. *Моделирование процессов организации и функционирования системы маркетинга морских транспортных предприятий*. – Одесса: Феникс, 2009. – 328 с.
3. Багриновский К.А. *Основы согласования плановых решений*. – М.: Наука, 1977. – 303 с.
4. *Экономико-математические методы организаци и управления на морском транспорте* // Под. ред. Е.Н. Воевудского. – М.: Транспорт, 1986. – 360 с.

5. *Коришонов Д.А. Многоуровневая оптимизация систем управления на водном транспорте: Материалы НМК ППС, аспирантов и специалистов. – Юбилейный выпуск. – Ч. 2. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2005.*
6. *Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А. Экономико-математические исследования многорегиональных систем // Регион: экономика и социология. – 2008. – № 2. – С. 120-150.*
7. *Лисяной Г.В. Многоуровневая оптимизация динамических систем большой размерности // Электромашинобудовання та електрообладнання. – К.: Техніка. – Вип. 73. – С.122-124.*
8. *Румянцева К.Р., Смирнов Ю.Н. Оптимальное распределение инвестиций между проектами с использованием информационно-математических моделей / Социально-экономические и технические системы: Сб. научн. трудов Камской государственной инженерно-экономической академии. – Казань: КамПИ, 2009. – № 2. – С.56-69.*
9. *Баркалов П.С., Бурков И.В., Глаголев А.В., Колпачев В.Н. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами. – М.: ИПУ РАН, 202. – 65 с.*
10. *Гламаздин Е.С., Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы управления корпоративными программами: информационные системы и математические методы. – М.: Спутник. 2003. – 159 с.*
11. *Матвеев А.А., Новиков Д.А. Модели и методы распределения ресурса при управлении портфелями проектов // Моделирование инновационных процессов и экономической динамики: Сб. научн. трудов. – М.: ЛЕНАД, 2006. – С.98-106.*
12. *Новиков Д.А., Рыбченко Н.Е. Синергетический эффект в моделях распределенного контроля // Моделирование инновационных процессов и экономической динамики: Сб. научн. трудов. – М.: ЛЕНАД, 2006. – С.255-261.*
13. *Наумов А.А., Мезенцев Ю.А. Оптимальное управление инвестиционным портфелем. – Новосибирск: Лада, 2002.*
14. *Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.*

Стаття надійшла до редакції 29.03.2018 р.

**IDENTIFICATION OF FLOW MODELS
IN CAPILLARY-POROUS AND GRANULAR MEDIUMS**

T.D. Panchenko

Senior Lecturer of the Department «Technical Cybernetics Prof. R.W. Merkt»

V.V. Chelabchi

Senior Lecturer of the Department «Technical Cybernetics Prof. R.W. Merkt»

V.N. Chelabchi

Professor of the Department «Technical Cybernetics Prof. R.W. Merkt»

Odessa National Maritime University

Abstract. *The article describes simple and reliable techniques for parametric identification of filtration models and media flow in a layer of granular material. Experimental installations of the simplest design are used. Experiments are processed in the Excel environment.*

As the examples are determination of the transport properties of a capillary-porous material and the determination of the dependence of the aerodynamic drag of a grain layer during air purging.

Keywords: *parametric identification, flow, capillary-porous, granular material.*

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТЕЧІЙ
У КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ І ГРАНУЛЬОВАНИХ МАТЕРІАЛАХ**

Т.Д. Панченко

ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»

tay_pan59@mail.ru

В.В. Челабчі

ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»

vl_chel@ukr.net

В.М. Челабчі

к.т.н., професор кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»

vn_chel@ukr.net

Одеський національний морський університет

Анотація. *У статті описані прості і надійні методики параметричної ідентифікації моделей фільтрації і течії середовищ в шарі зернистого матеріалу. Використовуються експериментальні установки найпростішої конструкції. Обробка експериментів проводиться в середовищі Excel.*

Як приклади розглядається визначення транспортних властивостей капілярно-пористого матеріалу і встановлення залежності аеродинамічного опору шару зерна при продувці повітрям.

Ключові слова: *параметрична ідентифікація, потік, капілярно-пористий, зернистий матеріал.*

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ТЕЧЕНИЙ
В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ И ГРАНУЛИРОВАННЫХ СРЕДАХ**

Т.Д. Панченко

ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»
tau_pan59@mail.ru

В.В. Челабчи

ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»
vl_chel@ukr.net

В.М. Челабчи

к.т.н., профессор кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»
vn_chel@ukr.net

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В статье описаны простые и надежные методики параметрической идентификации моделей фильтрации и течения сред в слое зернистого материала. Используются экспериментальные установки простейшей конструкции. Обработка экспериментов проводится в среде Excel.

В качестве примеров рассматривается определение транспортных свойств капиллярно-пористого материала и установление зависимости аэродинамического сопротивления слоя зерна при продувке воздухом.

Ключевые слова: параметрическая идентификация, течение, капиллярно-пористый, зернистый материал.

Introduction. Methods of modeling are used to study processes in various technical objects. As a rule, full-scale experiment requires significant material and financial costs. Often a full-scale experiment is almost impossible. Physical modeling does not always provide reliable information in sufficient volume.

Computational experiment (based on mathematical modeling) allows us to conduct the research faster and cheaper [1]. It is especially important to ensure sufficient reliability of the results obtained in the computational experiment.

The reliability of information obtained in the computational experiment depends on the quality of mathematical models. The models, most often, are formed on the basis of a phenomenological approach. However, when already existing systems are the subject to research, the methods of parametric identification based on the processing of experimental data are in use. As a rule, experimental data are noisy. To obtain a clear picture of the process under investigation, it is required to suppress noise.

Another problem may arise when assigning the coefficients of mathematical models, especially in the absence of reliable information about the physical properties of materials and working media. To determine these properties, the researcher has to use special settings and parametric identification methods from experimental data.

The purpose of the article is to show simple and accessible approaches in solving the specified problem with minimal expenditure of material and computing resources.

Statement of the problem and the literature review. The parametric identification of two models is considered in the article:

- transfer of water in a plate made of capillary-porous plastic;
- the flow of water (air) in a layer of granular material.

Identification of models is carried out on the basis of data obtained at experimental facilities. Data processing is carried out in the EXCEL environment.

Basic requirements for experimental installations:

- simplicity of design;
- absence of complex regulating devices;
- use of the simplest measuring instruments (ruler and stopwatch).

Capillary-porous materials are used to supply water in a series of indirect-evaporative air coolers [2]-[4]. The most commonly used plates are made of porous plastic (myplast) [5].

Models of flow of working media in porous or granular material are used in the investigation of grain drying processes [6], when moisture is transferred in the details of structures [7]-[9] and when determining the bearing capacity of soils.

Identification of the model of water transfer in capillary-porous material. The transport properties of capillary-porous materials are important for the calculation of mass transfer processes in a porous plate (for example, in air coolers of the evaporative type).

Such indicators include:

- P_z – the porosity of the material;
- K_d – the Darcy coefficient;
- H_s – the maximum height of the fluid in the material.

The rise of water in a porous plate (without evaporation from the outer surface) is described by equation (1).

$$h \cdot \frac{dh}{d\tau} \cdot A + h = H_s, \quad A = \frac{P_z}{K_d \cdot g}. \quad (1)$$

To carry out the experiments, the device was used (Fig. 1).

The studies were carried out for plates cut from a sheet of dry porous plastic with a thickness of 1,25 mm. As a waterproofing, a transparent Scotch tape was used.

In Fig. 2 markers indicate the results of three experiments. The result of the approximation of the dependence $h = f(\tau)$ (for all three experiments) is shown by a solid line.

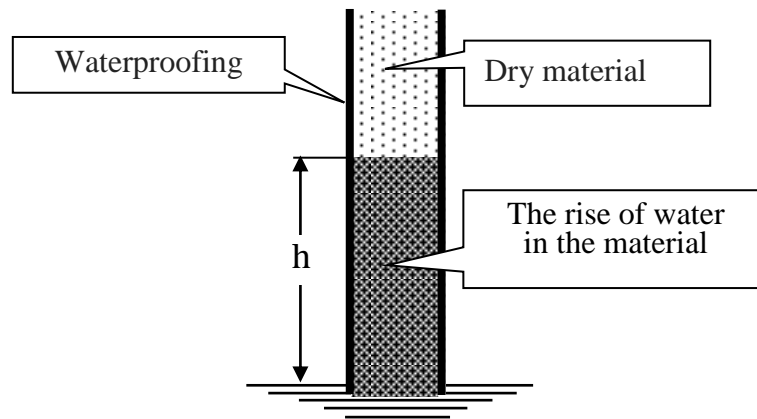


Fig. 1. Scheme of the experimental device

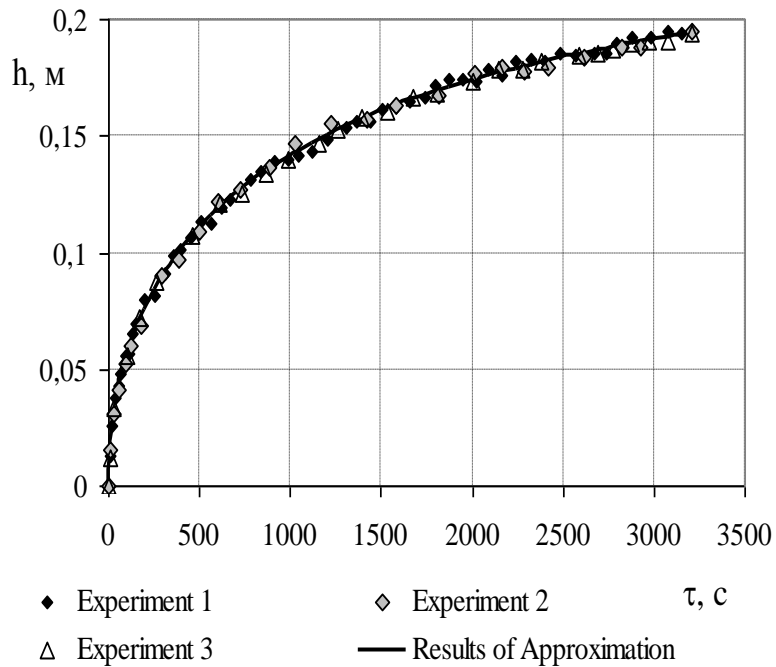


Fig. 2. Experimental dependencies and their approximation

To approximate the experimental dependencies, we used formula (2).

$$h = Hs \cdot \left(1 - \exp \left(b_0 + b_1 \cdot \tau^{n_1} + b_2 \cdot \tau^{n_2} + b_3 \cdot \tau^{n_3} \right) \right). \quad (2)$$

To approximate the dependencies, we used the method of least squares. Approximation was carried out in the Excel environment (add-on «Finding solutions»).

The derivative h' was calculated from (3).

$$h' = \frac{dh}{d\tau} = -H_s \cdot \exp(b_0 + b_1 \cdot \tau^{n_1} + b_2 \cdot \tau^{n_2} + b_3 \cdot \tau^{n_3}) \cdot (b_1 \cdot n_1 \cdot \tau^{n_1-1} + b_2 \cdot n_2 \cdot \tau^{n_2-1} + b_3 \cdot n_3 \cdot \tau^{n_3-1}). \quad (3)$$

The values of A and H_s are determined by minimizing the functional δ (4).

$$\delta = \sum_{i=1}^{i_n} (A \cdot h_i \cdot h_i' + h_i - H_s)^2. \quad (4)$$

The values of h_i and h_i' were calculated using formulas (2) and (3) for a series of times (i_n) with a time step of 10 s to 50 s.

Minimization δ leads to a system of linear algebraic equations (5).

$$\begin{aligned} A \cdot \sum_{i=1}^{i_n} (h_i \cdot h_i')^2 + H_s \cdot \sum_{i=1}^{i_n} (-h_i \cdot h_i') &= \sum_{i=1}^{i_n} (-h_i^2 \cdot h_i') \\ A \cdot \sum_{i=1}^{i_n} (-h_i \cdot h_i') + H_s \cdot \sum_{i=1}^{i_n} (1) &= \sum_{i=1}^{i_n} (h_i). \end{aligned} \quad (5)$$

Solution (5) allows us to find the values $A = 9500$ s/m and $H_s = 0.212$ m.

To evaluate the reliability of the values of A and H_s , a numerical solution (1) was performed by the trapezium method (6) with step $\Delta\tau = 5$ c.

$$h_i = \left(-1 \pm \sqrt{1 - 4 \cdot \frac{A}{\Delta\tau} \cdot \left(-\frac{A}{\Delta\tau} \cdot h_{i-1}^2 + h_{i-1} - 2 \cdot H_s \right)} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot A}{\Delta\tau} \right). \quad (6)$$

Figure 3 shows the results of experiments (markers) and control calculations (line).

Identification of the air filtration model in the grain layer. When drying and fumigating grain, it is important to know the peculiarities of the process of blowing the fixed layer of grain by air (or other gases). The process of air filtration in a fixed grain layer is considered, when the effects of liquefaction and the wobbling of individual grains are absent.

A mathematical model is used as a system of equations (7).

$$\sum_i^n \frac{dV_{a_i}}{dx_i} = 0, \text{ and } \frac{dP}{dx_i} = -A_a(V_{a_i}) \cdot V_{a_i}, \quad (7)$$

where V_a – is the flow rate of air relative to the free space;

P – is the air pressure in the gaps between the grains;

$A_a(V_a)$ – is the coefficient reflecting the aerodynamic drag in the grain layer;

n – is the dimension of the problem.

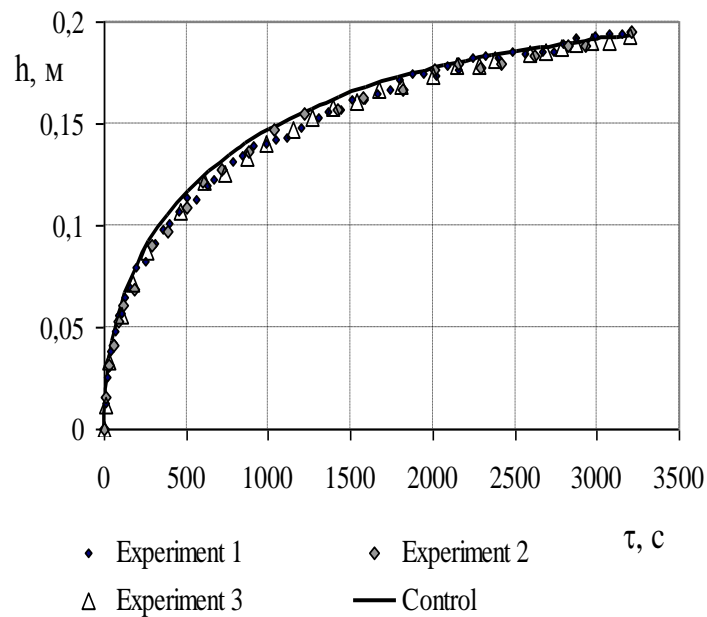


Fig. 3. Evaluation of identification results

The experimental determination of the dependence of the coefficient A_a on the filtration rate requires a high accuracy in determining the air velocity. It is extremely difficult to provide sufficient accuracy for measuring air velocities at low speeds. Therefore, in the experiment, water is used as a filter medium, and then, using the theory of similarity, the recalculation for air flow is done.

To study the filtration of water in the grain layer, a simple installation was used (Fig. 4).

In each experiment, a new dry grain was placed in the working cylinder from the same source. Each experiment was carried out with natural water filtration at a temperature of 20 °C.

The approximating formula for generalizing a number of experimental dependences $H = f(\tau)$ had the form (8).

$$H = H_0 \cdot \left(1 - \exp\left(b_0 + b_1 \cdot \tau^{n_1} + b_2 \cdot \tau^{n_2} + b_3 \cdot \tau^{n_3}\right)\right), \quad (8)$$

where H_0 – is the initial level of water in the pressure cylinder.

To approximate the dependencies, we used the method of least squares. Approximation was carried out in the Excel environment (add-on «Finding solutions»).

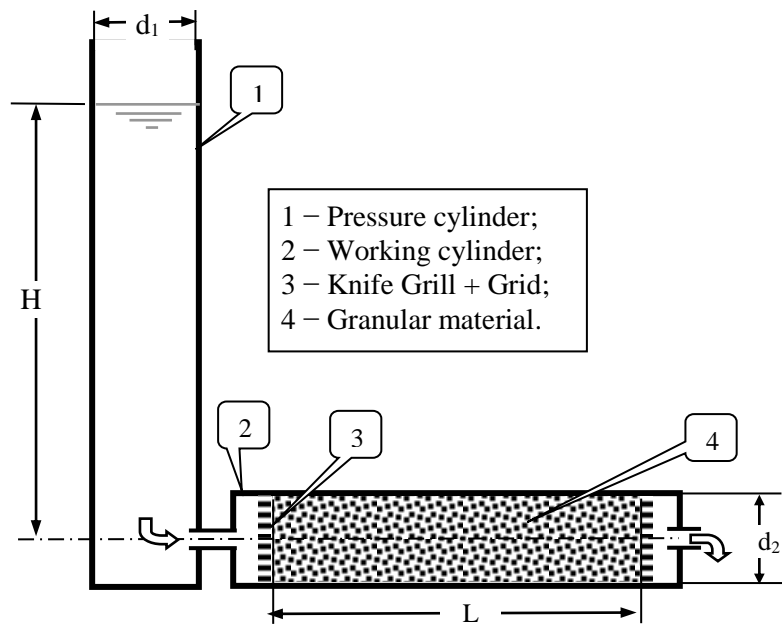


Fig. 4. Scheme of the experimental installation № 1 for the study of filtration

The derivative H' was calculated from (9).

$$H' = \frac{dH}{d\tau} = -H_0 \cdot \exp(b_0 + b_1 \cdot \tau^{n_1} + b_2 \cdot \tau^{n_2} + b_3 \cdot \tau^{n_3}) \cdot (b_1 \cdot n_1 \cdot \tau^{n_1-1} + b_2 \cdot n_2 \cdot \tau^{n_2-1} + b_3 \cdot n_3 \cdot \tau^{n_3-1}) \quad (9)$$

The results of the experiments (markers) and the approximating dependence (solid line) are shown in Fig. 5.

The flow of water in the granular material is described by the dependence (10).

$$\frac{dP_w}{dx} = -A_w \cdot V_w, \quad (10)$$

where P_w – is the change in pressure along the direction of water movement;

A_w – is the coefficient reflecting the backfill resistance when water is filtered;

V_w – is the water velocity in the grain layer, referred to the free space.

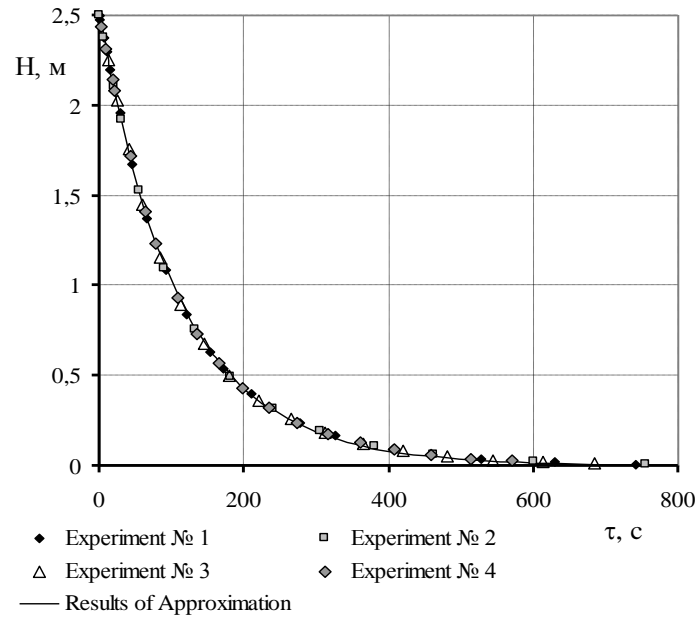


Fig. 5. Results of filtration experiments

In accordance with Fig. 4, (11) and (12) follow.

$$\Delta P_w = -H \cdot \rho_w \cdot g, \quad (11)$$

$$V_w = -\frac{dH}{d\tau} \cdot \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2, \quad (12)$$

where H – is the water level in the pressure cylinder;

ρ – is the density of water;

g – acceleration of gravity.

The decrease in water pressure along the filtration direction is described (according to Fig. 4) by formula (13)

$$\frac{\Delta P_w}{L} = -A_w \cdot V_w, \quad (13)$$

where L – is the length of the experimental section.

To determine the value of A_w (according to (11)-(13)), formula (14) is used

$$A_w = -\frac{H}{\left(\frac{dH}{d\tau}\right)} \cdot \frac{\rho_w \cdot g}{\left(L \cdot \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2\right)}. \quad (14)$$

An analysis of the results of published sources showed that the nonlinear dependence $A_w(V_w)$ is well described by formula (15).

$$A_w = a + b \cdot |V_w| + c \cdot V_w^2. \quad (15)$$

Taking into account (10) - (15), we can write the equation of water filtration in a granular layer (16).

$$\frac{dH}{d\tau} \cdot \left((a + b \cdot |V_w| + c \cdot V_w^2) \cdot \frac{L}{\rho_w \cdot g} \cdot \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \right) + H = 0. \quad (16)$$

Equation (16) can be represented in a more convenient form (17).

$$a \cdot \frac{dH}{d\tau} + b \cdot |V_w| \cdot \frac{dH}{d\tau} + c \cdot V_w^2 \cdot \frac{dH}{d\tau} + H \cdot D = 0, \quad (17)$$

where $D = \frac{\rho_w \cdot g}{L \cdot C_0}$; $V_w = -\frac{dH}{d\tau} \cdot C_0$; $C_0 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$.

To find the values of a, b, c, we minimize the functional δ (18).

$$\delta = \sum_{i=1}^{i_m} \left(a \cdot \frac{dH}{d\tau} \Big|_i + b \cdot |V_w|_i \cdot \frac{dH}{d\tau} \Big|_i + c \cdot V_{wi}^2 \cdot \frac{dH}{d\tau} \Big|_i + H_i \cdot D \right)^2. \quad (18)$$

The values of H_i , H'_i and V_{wi} were calculated using formulas (8), (9) and (12) for series of values of the time instants (i_m) with a time step of 10 s.

It is necessary to ensure a minimum value of δ .

$$\frac{d\delta}{da} = 0; \quad \frac{d\delta}{db} = 0; \quad \frac{d\delta}{dc} = 0. \quad (19)$$

Under the conditions (19), one can obtain a system of three linear algebraic equations (20).

$$\begin{aligned} & a \cdot \sum_{i=1}^{i_m} \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 + b \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 + c \cdot \sum_{i=1}^{i_m} V_{wi}^2 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 = \\ & = \sum_{i=1}^{i_m} \left(-H_i \cdot D \cdot \frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right) \\ & a \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 + b \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i^2 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 + c \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i^3 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right)^2 = \\ & = \sum_{i=1}^{i_m} \left(-H_i \cdot D \cdot |V_w|_i \cdot \frac{dH}{d\tau} \Big|_i \right) \end{aligned} \quad (20)$$

$$a \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i^2 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \right)_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i^3 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \right)_i^2 + c \cdot \sum_{i=1}^{i_m} |V_w|_i^4 \cdot \left(\frac{dH}{d\tau} \right)_i^2 =$$

$$= \sum_{i=1}^{i_m} \left(-H_i \cdot D \cdot |V_w|_i^2 \cdot \frac{dH}{d\tau} \right)_i$$

The solution of the system (20) is carried out by the Excel method by inversion of the matrix. The values $a = 1.10E + 06$, $b = -6.60E + 06$, $c = 3.99E + 07$ are obtained.

To control the reliability of the obtained values, a more complex installation № 2 was used (Figure 6).

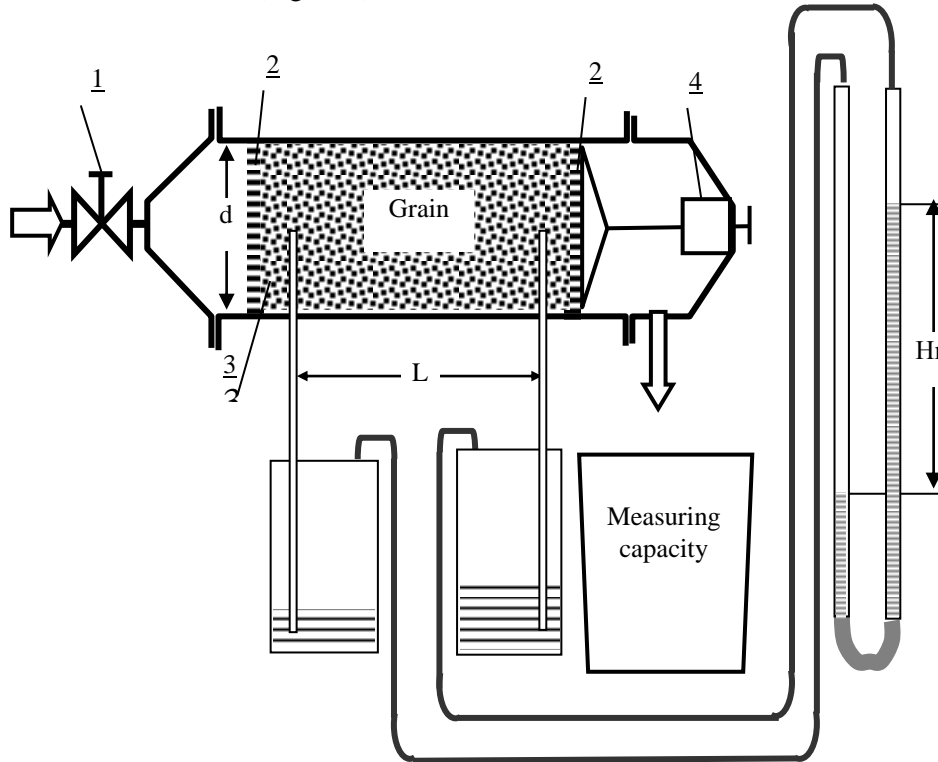


Fig. 6. Scheme of the experimental installation № 2:
1 – Control valve; 2 – Knife grating + grid; 3 – Working cylinder;
4 – The device of compression of grain; 5 – Mercury difmanometer;
6 – Buffer capacity

The results of processing the experimental dependences at installation № 2 allowed obtaining the values $a = 1,120E + 06$; $b = -6,990E + 06$; $c = 4,250E + 07$.

Fig. 7 shows a comparison of the dependences $A_w = f(V_w)$ obtained at different settings.

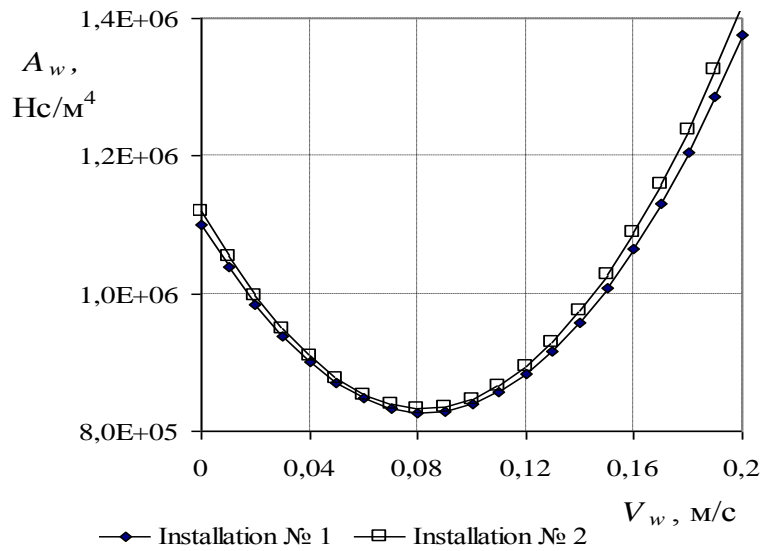


Fig. 7. Comparison of results

For the transition from the dependence $A_w(V_w)$ (for water) to the dependence $A_a(V_a)$ (for air), the similarity theory was used when the Reynolds (21) and Euler (22) numbers were equal.

$$\frac{V_w \cdot L_o}{\nu_w} = \frac{V_a \cdot L_o}{\nu_a}, \quad (21)$$

$$\frac{\Delta P_w}{\rho_w \cdot V_w} = \frac{\Delta P_a}{\rho_a \cdot V_a}, \quad (22)$$

where V – is the fluid velocity related to the free space;

L_o – is characteristic size;

ΔP – is lowering the pressure of the fluid in the direction of motion;

ρ – is the density of the fluid;

ν – is the kinematic viscosity coefficient.

The subscripts w and a correspond to water and air.

The characteristic dimensions for the flow of water and air in the grain layer are the same, therefore (23)

$$V_a = V_w \cdot \frac{\nu_a}{\nu_w}, \quad A_a = A_w \cdot \frac{\rho_a \cdot \nu_a}{\rho_w \cdot \nu_w}. \quad (23)$$

The dependence of the aerodynamic resistance of the grain layer during the blowing is shown in Fig. 8.

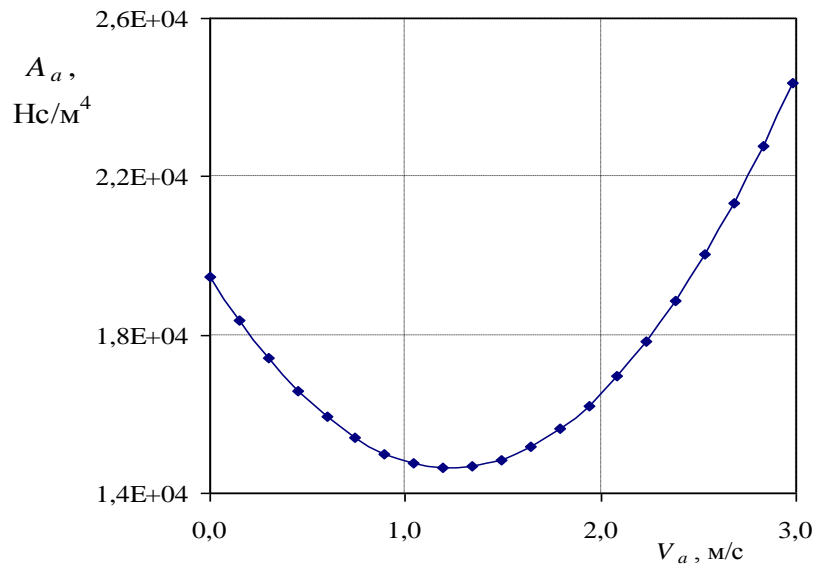


Fig. 8. Aerodynamic resistance of the grain layer

Conclusion. Methods for the identification of flow patterns in a capillary-porous and granular material are proposed. The simplest experimental setups are used. The results of the experiments are processed in an environment of available software. The use of techniques does not require deep knowledge of mathematics and programming.

The described techniques can be successfully used in practical activities, when it is necessary to obtain reliable results at minimal expenses.

REFERENCES

1. Самарский А.А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: ИММ РАН, 2000. – 409 с.
2. Merkt R.V. Ecologically clean cool-production on ships / R.V. Merkt, V.N. Chelabchi // Proceedings of the 6-th Congress of the IMAM. – Varna, 1993. – Vol. 3. – P. 173-179.
3. Меркт Р.В. Оптимизация воздухоохладителей испарительного типа / Р.В. Меркт, В.В. Челабчи, В.Н. Челабчи // Промышленная теплотехника. – 2003. – Т. 25. – № 4. – С. 167-168.
4. Дорошенко А.В. Новое поколение систем кондиционирования воздуха на основе комбинированных испарительных охладителей / А.В. Дорошенко, В.Х. Кириллов, О.В. Ефимова, А.А. Климчук // Холодильная техника и технология. – 2000. – № 67. – С. 57-68.

5. Kettleborough C. *The thermal performance of the wet surface plastic plate heat exchanger used as an indirect evaporative cooler* / C. Kettleborough. – *Transactions of the ASME Journal of Heat Transfer*. – 1983. – Vol. 105. – № 5. – P. 366-373.
6. Атаманюк В.М. Дисперсні матеріали. Механізм і кінетика фільтраційного сушіння / В.М. Атаманюк // *Хімічна промисловість України*. – К., 2007. – № 4. – С. 24-29.
7. Comiti J. *Experimental characterization of flow regimes in various porous media II: limit of Darcy or creeping flow regime for Newtonian and purely viscous non-Newtonian fluids* / J. Comiti, N.E. Sabiri, A. Montillet. – *Chem. Eng. Sci.*, 2000. – № 55. – P. 3057-3061.
8. Burchart H.F. *On stationary and non-stationary porous flow in coarse granular materials* / H.F. Burchart, C. Christensen // *MAST G6-S Project 1, Wave action on and in coastal structures*. – Denmark, Aalborg University, 1991. – 67 p.
9. Янко С.В. *Результаты исследования процесса фильтрации воды через слой гранулированного материала* / С.В. Янко, Б.А. Трошенькин, Н.Н. Зипунников // *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – № 5 (1028). – С. 3-10.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2018 р.

УДК 62-523.8

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.18>**ІМІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ****І.А. Тузова**ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
*irinatusova@yandex.ua***В.В. Челабчі**ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
*vl_chel@ukr.net***В.М. Челабчі**к.т.н., професор кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
*vn_chel@ukr.net**Одеський національний морський університет*

Анотація. У статті наведено короткий огляд з проблеми створення та експлуатації програмних імітаторів при навчанні та підвищенні кваліфікації.

Розглядаються програмні імітатори технічних пристроїв. Кожен імітатор, на думку авторів, слід орієнтувати на навчання користувачів по окремій проблемі. Це дозволить користувачеві зі списку імітаторів обрати найбільш підходящий. Слід враховувати рівень знань користувача. Описано рекомендації авторів зі створення автономних імітаторів, які не вимагають використання Internet.

Ключові слова: імітатор, програма, техніка.

ИМИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ**И.А. Тузова**

ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»

В.В. Челабчи

ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»

В.М. Челабчи

к.т.н., профессор кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В статье приведен краткий обзор по проблеме создания и эксплуатации программных имитаторов при обучении и повышении квалификации.

Рассматриваются программные имитаторы технических устройств. Каждый имитатор, по мнению авторов, следует ориентировать на обучение пользователей по отдельной проблеме. Это позволит пользователю из списка имитаторов выбрать наиболее подходящий. Следует учитывать уровень знаний пользователя.

Описаны рекомендации авторов по созданию автономных имитаторов не требующих использование Internet.

Ключевые слова: имитатор, программа, техника.

© Тузова І.А., Челабчі В.В., Челабчі В.М., 2018

UDC 62-523.8

IMITATION TECHNOLOGIES IN REMOTE TRAINING

I.A. Tusova

Art. Teacher of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
irinatusova@yandex.ua

V.V. Chelabchi

Art. Teacher of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
vl_chel@ukr.net

V.M. Chelabchi

Ph.D., Professor of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
vn_chel@ukr.net

Odessa National Maritime University

Abstract. *The article gives a brief overview of the problem of creating and operating software simulators for training and advanced training.*

Software simulators of technical devices are considered. Each simulator, according to the authors, should be oriented towards training users on a particular issue. This will allow the user from the list of simulators to choose the most suitable. The level of knowledge of the user should be taken into account. The author's recommendations for creating offline simulators that do not require the use of the Internet are described.

Keywords: *simulator, program, technique.*

Вступ. Розвиток цивілізації вимагає безперервного вдосконалення засобів виробництва для забезпечення умов мешкання і виживання людства. В першу чергу потрібний неухильний розвиток сучасних технологій в різних сферах виробництва і в управлінні інфраструктурою. Для вирішення обумовленої проблеми потрібні професіонали, що уміють грамотно поставити задачі і запропонувати обґрунтовані оптимальні рішення. Тому підготовка фахівців, що відповідають сучасним вимогам, є пріоритетним завданням будь-якої країни.

Становлення професіонала – тривалий і досить витратний процес. Крім того, фахівцеві необхідно не лише підтримувати придбаний рівень знань, але і безперервно удосконалювати його з урахуванням розвитку сучасних технологій і наукових досягнень. В цьому випадку без самоосвіти не обійтися [1].

Велику допомогу в початковому навчанні фахівця (як правило, у вищому учбовому закладі) і в подальшому підвищенні кваліфікації при самоосвіті можуть зробити різного роду імітаційні технології, втілені в програмні імітатори процесів і об'єктів [2]-[4]. Важливо забезпечити їх доступність (низька ціна, простота у використанні), достатнє методичне і інформаційне забезпечення.

Аналіз досліджень і публікацій. Імітаційні технології (ІТ) знайшли широке застосування в учбовому процесі і наукових дослідженнях

[5]-[7]. Їх розвиток здійснювався по двох основних напрямках: аналітичні і імітаційні технології.

Аналітичні (феноменологічні) імітаційні технології ґрунтовані на класичних принципах математичного моделювання, коли для опису процесів в досліджуваних об'єктах найчастіше використовується феноменологічний підхід, тобто використовуються математичні моделі у вигляді рівнянь (чи систем рівнянь) з усіма необхідними умовами однозначності. Такі детерміновані математичні моделі зручні для вивчення в процесі навчання особливостей процесів в об'єктах. Далі по тексту такі технології позначаються як ІТД – імітаційні технології детермінованого типу [8]-[9].

Для імітації поведінки об'єкту при заданих на нього діях використовуються відомі чисельні методи рішення рівнянь математичної моделі. Обумовлений підхід зручний як при імітації процесів в існуючих, так і в проєктованих об'єктах. Особливо продуктивні ІТД в процесі навчання (системи Scilab, Maxima).

Вони дозволяють виявити вплив окремих елементів об'єкту на його функціонування і проводити пошуки оптимальних режимів роботи об'єкту при багатоваріантних дослідженнях. Слід тільки пам'ятати напуття Я.Б. Зельдовича: «За каждым членом уравнения необходимо видеть физику процесса».

Імітаційні технології з детермінованими математичними моделями успішно використовуються при проведенні обчислювальних експериментів, коли необхідно з мінімальними витратами отримувати інформацію про процеси в об'єктах по рівню достовірності, що наближається до натурального експерименту [10]-[11].

Імітаційні технології на основі стохастичних моделей (ІТС) призначені для обробки інформації про об'єкти представлені частіше всього в імовірнісному плані. Прикладом можуть служити системи GPSS, Plant Simulation. Вони, в першу чергу, призначені для дослідження існуючих систем [12]-[15]. Результати представляються в імовірнісній інтерпретації. Останнім часом цей напрям розвивається у бік штучних нейронних мереж. Імітаційні моделі на основі стохастичних моделей зручно використати в навчанні при вивченні поведінки існуючих систем і для пошуку оптимальних варіантів їх експлуатації. При подібних дослідженнях виникає необхідність в спеціальному програмному забезпеченні (наприклад, GPSS), що при дистанційній формі навчання не завжди можливо.

Стосовно процесу навчання або підвищення кваліфікації реалізація імітаційних технологій найчастіше здійснюється у вигляді програмних імітаторів і тренажерів.

В процесі навчання і становленні фахівців в різних сферах науки і техніки найбільше поширення отримали програмні імітатори [16]. Вони використовуються на різних рівнях навчання. Їх використання можливо як в процесі навчання у ВНЗ, так і при дистанційній формі навчання. Як правило, це програми, які використовуються у вигляді виконуваних

модулів, реалізованих в середовищі різних систем програмування. В них не застосовуються технічні (приладові) засоби і вони відносно дешеві. Часто ці імітатори мають статус безкоштовних і вільно поширюваних (free).

Найбільш поширені системи дистанційної освіти: Moodle, Edmodo, Google Classroom, OnLineTestPad. Вони орієнтовані на навчання і проведення тестування через Internet.

Систему Moodle [15] (як втім і інші, що орієнтовані на роботу в Internet) потрібно десь встановлювати (потрібен сервер або хостинг). Все це може виявитися непосильним і дорогим завданням для користувача. Вона споживає багато ресурсів. Завдяки універсальності вона занадто громіздка і вимагає серйозної підготовки.

На наш погляд, такі системи дистанційної освіти орієнтовані, перш за все, на вузи і солідні організації.

Тренажери включають окрім розвинутого програмного забезпечення також досить складне і дороге апаратне забезпечення, що моделює роботу різних елементів реальних виробничих об'єктів. Найчастіше тренажери використовуються в тих областях, де потрібен розвиток у навчального навичок оперативно приймати рішення адекватне виникаючій ситуації [19]-[20]. Сфера їх застосування – транспорт (авіаційний або морський) і військова справа.

Мета статті. Основна мета – сформулювати вимоги до програмних імітаторів з урахуванням проблематики різних областей техніки.

Автори статті працюють в технічному ВНЗ, тому спрямованість їх розробок орієнтована, в першу чергу, на області технічних і технологічних об'єктів. Крім того, важливим, з точки зору авторів, є вдосконалення процесу стандартного аудиторного (в ВНЗ) і дистанційного навчання з використанням програмних імітаторів.

Основні положення. Програмні імітатори, на наш погляд, повинні бути орієнтовані на самоосвіту з урахуванням різного рівня підготовки користувача та, на наш погляд, повинні відповідати таким вимогам:

1. Матеріал викладається простою мовою без зайвої математизації і без використання (якщо можливо) специфічних рідко використовуваних термінів.

2. Використовуються, в основному, доступні програмні засоби (Excel, Access). При необхідності використання програм, підготовлених в різних системах програмування, програми представляються у вигляді виконуваних модулів. В цьому випадку має бути докладний опис даних, що вводяться із зазначенням їх структури і форматів.

3. Для зменшення витрат часу на реалізацію моделювання процесів в середовищі Excel бажано надавати користувачеві (де це доречно) готові форми таблиць.

4. Бази необхідних даних ведуться в Access, що дозволяє користувачеві самостійно формувати персональні бази даних.

5. Для комп'ютерного моделювання процесів в досліджуваних об'єктах (на рівні обчислювального експерименту) слід використовувати чисельні методи, що відповідають вимогам:

– чисельні методи повинні мати абсолютну стійкість або, у всякому разі, стійкістю в максимально широкому діапазоні параметрів моделі;

– методики повинні забезпечувати максимально низьку методичну погрішність чисельного методу;

– методики повинні забезпечувати швидку збіжність використовуваних ітераційних процесів;

– методики повинні бути інваріантні до виду і рівню дії на об'єкт;

– методики повинні дозволяти, апріорі, оцінювати погрішність результатів моделювання;

– оскільки метою використання імітаторів є вивчення об'єктів різних областей техніки, а не особливостей чисельних методів моделювання, слід (по можливості) використовувати автоматичне налаштування чисельних методів, щоб не відволікати користувача від вирішення проблем з досліджуваної проблеми;

– методики повинні забезпечувати високу міру достовірності результатів моделювання за рахунок активного управління технологіями моделювання процесів і об'єктів.

6. Оцінка ефективності методик моделювання динаміки об'єктів має сенс проводити шляхом порівняння результатами вирішення задачі пропонованими методами з точним аналітичним рішенням при одному і тому ж впливі на об'єкт.

7. При розробці імітаторів слід враховувати початкову підготовку користувача. Можливо, слід виділити два рівня імітаторів: імітатори для первинного вивчення проблеми (для школярів старших класів і студентів) та імітатори для підвищення професійного рівня працівників різних галузей промисловості (вони, як правило, мають вищу освіту).

8. Імітатори повинні бути автономні і не вимагати обов'язкового безпосереднього зв'язку із сайтами Internet. Для експлуатації імітаторів має бути досить обчислювальних ресурсів на рівні ноутбуків.

9. На наш погляд, імітатор повинен включати наступні елементи.

У імітаторах використовуються методи обчислювального експерименту. Особливо важливо забезпечити достатню вірогідність одержуваних в експерименті результатів при мінімізації витрат. Вірогідність інформації, отриманої в обчислювальному експерименті, в першу чергу, залежить від того, наскільки докладно й адекватно використовувані моделі описують процеси в системі.



Рисунок. Структура імітатора

Моделі найчастіше формуються на основі феноменологічного підходу. Однак, коли дослідженню підлягають уже існуючі системи, що перебувають в експлуатації, використовуються методи ідентифікації на основі обробки експериментальних даних. Тому необхідне створення програмних імітаторів орієнтованих на параметричну ідентифікацію математичних моделей процесів в об'єктах різного типу.

Рекомендації. Автори забезпечували навчальний процес з дисциплін: «Чисельні методи», «Моделювання систем», «Математичні методи та моделі», керували виконанням курсових і дипломних проєктів. На основі особистого досвіду автори сформулювали наступні рекомендації.

1. Необхідно настійно рекомендувати користувачам використання декількох джерел інформації з проблеми. Це розширює кругозір користувача і є стимулом для проведення аналізу. Слід попередити, що інформація в Internet може містити помилки. Доступність Internet, на жаль, дає

можливість графоманам і некомпетентним особам поширювати помилкову або фальшиву інформацію.

2. Необхідно попередити користувача, що в імітаторі (як втім і в будь-яких розрахунках) використовується система одиниць СІ.

3. Для проведення досліджень має сенс запропонувати найбільш прості і доступні засоби (наприклад Excel) [21]-[23].

4. Для опису нелінійних залежностей краще використовувати формули, а не таблиці [24].

5. У демонстраційних прикладах в таблицях Excel має сенс застосувати стрілки та іншу графіку для пояснення суті виконуваних дій.

6. При підготовці прикладів моделювання поведінки різних об'єктів має сенс (по можливості) обирати об'єкти знайомі користувачеві. При цьому математичні моделі таких об'єктів можна попередньо отримувати шляхом параметричної ідентифікації з використанням реальних експериментальних даних [25]-[26].

7. При підготовці демонстраційних завдань і програмного забезпечення для обчислювального експерименту при дослідженні динамічних режимів об'єктів слід використовувати аналітико-сіткові і проекційно-сіткові методи, які забезпечують абсолютну стійкість обчислювального процесу. При застосуванні проекційно-сіткових методів бажано (без участі користувача) автоматично призначати керуючі параметри методу згідно [27].

Висновки. На підставі аналізу існуючого стану в області програмних імітаторів і досвіду роботи зі студентами технічного вузу автори пропонують наступний підхід до створення імітаторів роботи технічних пристроїв.

Імітатори слід орієнтувати на вивчення користувачем окремих проблем моделювання процесів в об'єктах. Це спростить навчання і дозволить користувачу зі списку імітаторів обрати найбільш підходящий.

Імітатори повинні бути автономні і не вимагати обов'язкового безпосереднього зв'язку із сайтами Internet.

Для експлуатації імітаторів має бути досить обчислювальних ресурсів на рівні ноутбуків.

При розробці імітаторів слід враховувати початкову підготовку користувача. Можливо, слід виділити два рівня імітаторів: імітатори для первинного вивчення проблеми (для школярів старших класів і студентів) і імітатори для підвищення професійного рівня працівників різних галузей промисловості (вони, як правило, мають вищу освіту).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Тавгень И.А. Дистанционное обучение: опыт, проблемы, перспективы. / И.А. Тавгень. – 2-е изд., исправл. и доп. / Под ред. Ю.В.Позняка. – М.: БГУ, 2003. – 227 с.*

2. Томашевський В.М. Огляд сучасного стану систем дистанційного навчання [Електронний ресурс] / В.М. Томашевський, Ю.Л. Новіков. – Режим доступу <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/computer/2011/160-148-23.pdf>. – Дата доступу 20.10.2017.
3. Челабчі В.М. Програмні імітатори в дистанційному навчанні / І.А. Тузова, В.М. Челабчі // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» 20-22 вересня. – Одеса: «Видав-інформ» НУ «ОМА», 2016. – С. 81-83.
4. Нечаевский А.В. История развития компьютерного имитационного моделирования / А.В. Нечаевский // Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании». – 2013. – № 2. – С. 1-15.
5. Шахмаев Н.М. Технические средства дистанционного обучения / Н.М. Шахмаев. – М.: Знание, 2000. – 276 с.
6. Нестеров К.Е. Компьютерные симуляторы промышленных установок и робототехнических комплексов / А.М. Зюзев, К.Е. Нестеров // Сборник материалов VIII международной научно-методической конференции «Новые образовательные технологии в вузе НОТВ-2011». – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 335-341.
7. Коженков А.О. Виртуальные симуляторы специальной техники в системе высшего образования / А.О. Коженков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-2. – С. 278-282.
8. Рахманов Ф.Г. Применение имитационных виртуальных тренажеров в процессе профессионального обучения / Ф.Г. Рахманов // Молодой ученый. – 2015. – № 9. – С. 1173-1175.
9. Computer Training Systems for Russians armored vehicles [Электронный ресурс] – Режим доступу: <http://logos.terhi.ru>. – Дата доступу 02.11.2017.
10. Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр «Моделирующие Системы» (ЭНИМЦ МС) [Электронный ресурс] режим доступу: <http://www.ssl.obninsk.ru>. – Дата доступу 02.11.2017.
11. Исследовательский центр «СПЕКТР» [Электронный ресурс] – Режим доступу: <http://www.rc-spectr.ru>. – Дата доступу 02.11.2017.
12. Шевченко Д.Н. Имитационное моделирование на GPSS: Учеб.-метод. пособие для студентов технических специальностей / Д.Н. Шевченко, И.Н. Кравченя. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 97 с.
13. Томашевский В.Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В.Н. Томашевский, Е.Г. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.

14. Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS / Т.Дж. Шрайбер. – М.: Машиностроение, 1980. – 593 с.
15. Thomas J. Schriber. *An Introduction to Simulation Using GPSS* / H. John Wile & Sons. – 1991. – P. 425.
16. Еремин Е.А. Принципы разработки программ-имитаторов и исследования их эффективности / Е.А. Еремин, А.В. Князев, Е.К. Хеннер // Педагогическая информатика. – 2000. – № 1. – С.53-64.
17. The official web-site of Moodle LMS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moodle.org>. – Дата доступа 11.10.2017.
18. Программно-аппаратный тренажёр интегрированного мостика судна с визуализацией – MARIB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntutcr.ru/maribs.htm>. – Дата доступа 21.10.2017.
19. Муха Н.И., Тренажер судовой автоматизированной электроэнергетической системы / Н.И. Муха, А.О. Дранкова, В.Н. Волошин, А.Р. Миська, С.А. Дудко // *Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал*. – Харьков: ХАИ, 2011. – № 9(86). – С. 207-211.
20. Миська А.Р. Информационный подход к мониторингу технического состояния судовых дизель-генераторных установок / Н.И. Муха, А.О. Дранкова, В.Н. Волошин, А.Р. Миська // *Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал*. – Харьков: ХАИ, 2010. – № 8(75). – С. 136-139.
21. Челабчи В.Н. *Расчеты в Excel: Учебн. пособие* / В.Н. Челабчи, В.В. Челабчи. – Одесса: ОДМУ, 2004. – 56 с.
22. Челабчі В.М. *Чисельні методи: Навч. посібник* / І.А. Тузова, В.В. Челабчи, В.М. Челабчи. – Одеса: ОНМУ, 2012. – 39 с.
23. Челабчі В.Н. Використання програмного продукту Excel при викладанні курсу «Моделювання систем» / І.А. Тузова, Т.Д. Панченко, В.В. Челабчі, В.Н. Челабчі // *Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць*. – Одеса: ОНМУ, 2017. – № 1(50). – С. 13.
24. Челабчі В.В. Керована ідентифікація нелінійних статичних характеристик об'єктів / О.М. Бдуль, В.В. Челабчі // *Сб. научн. трудов Sword*. – Вып. 2. – Т. 29. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – С. 37-41.
25. Меркт Р.В. *Обчислювальний експеримент. Динаміка систем* / Р.В. Меркт, В.В. Челабчі, В.М. Челабчі, І.А. Кукішев // *Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць*. – Одеса: ОНМУ, 2014. – № 1(40). – С. 214-227.

26. Челабчи В.В. Управляемая идентификация моделей динамических систем / В.В. Челабчи, В.Н. Челабчи // *Materialy IX Megdynamodowej naukowoi-praktycznej konferencij. «Perspektywiczne opracowania sa nauka I technikami-2013». Matematika. – Przemysl: Nauka i studia, 2013. – Vol. 33. – С. 47-51.*
27. Челабчи В.Н. Вибір чисельних методів при моделюванні динаміки систем / Т.Д. Панченко, І.А. Тузова, В.В. Челабчі, В.М. Челабчі // *Информационные технологии и средства обучения [Электронный ресурс], 2016. – Режим доступа: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/author/submission/1387>. – Дата доступа: 01.07.2016.*

Стаття надійшла до редакції 26.02.2018 р.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СТЕГОАНАЛИЗА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕГОВЛОЖЕНИЙ В АУДИОФАЙЛАХ****С.Н. Григоренко**ст. преподаватель кафедры Компьютеризированных систем управления
Института компьютерных систем**Д.А. Лысь**студентка кафедры Компьютеризированных систем управления
Института компьютерных систем*Одесский национальный политехнический университет*

Аннотация. В работе рассматривается усовершенствованная методика и разработанное для ее реализации программное обеспечение, что позволяет обнаруживать вложения, сделанные с помощью алгоритма LSB, в некоторые виды аудиофайлов формата WAVE любой битности и частоты дискретизации, а также определять наличие стеговложений в определенных видах аудиофайлов. Методика тестирования основана на методах определения стеговложений с помощью частотного метода и метода сжатия.

Ключевые слова: аудиостегоанализ, WAVE-файлы, LSB-методы, сжатие данных, оцифровка, стенография.

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ СТЕГОАНАЛІЗУ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТЕГОВКЛАДЕНЬ В АУДІОФАЙЛАХ****С.М. Григоренко**ст. викладач кафедри Комп'ютеризованих систем управління
Інституту комп'ютерних систем**Д.А. Лись**студентка кафедри Комп'ютеризованих систем управління
Інституту комп'ютерних систем*Одеський національний політехнічний університет*

Анотація. В роботі розглядається вдосконалена методика і розроблене для її реалізації програмне забезпечення, що дозволяє виявляти вкладення, зроблені за допомогою алгоритму LSB, в деякі види аудіофайлів формату WAVE будь-якої битности і частоти дискретизації, а також визначатиме наявність стеговкладень в певних видах аудіофайлів. Методика тестування заснована на методах визначення стеговкладень за допомогою частотного методу і методу стиснення.

Ключові слова: аудіостегоаналіз, WAVE-файли, LSB-методи, стискування даних, оцифровка, стенографія.

© Григоренко С.Н., Лысь Д.А., 2018

UDC 004.056.5

**IMPROVEMENT OF STEGOANALYSIS METHODS
FOR DETERMINING TRAINING IN AUDIO FILES**

Grigorenko S.M.

Senior lecturer of the Department of Computerized control systems
of the Institute of computer systems

Lys D.A.

Student of the Department of Computerized control systems
of the Institute of computer systems

Odessa national polytechnic university

Abstract. *The paper considers the improved methodology and the software developed for its implementation, which makes it possible to detect attachments, made with the help of the LSB algorithm, in some types of audio files of the WAVE format of any bit rate and sampling frequency. It also provides us with the possibility to determine the presence of stego attachments in certain types of audio files. The testing procedure is based on methods of determining stego attachments using the frequency method and compression method. The suggested methods of searching for attachments in file service areas and developed software in Embarcadero Delphi XE5 environment effectively reveal the fact of the implementation of the message created by the majority of existing programs. The software was also tested on a large number of files without attachments. As a result a large number of false positives were revealed. The reason for this was damaged structure of MP3 files (corrupted frames were taken for possible stego attachments).*

Keywords: *audio stegoanalysis, WAVE-files, LSB-methods, compression of data, digitization, steganography.*

Введение. В настоящее время в связи с бурным развитием компьютерных технологий появилось новое направление стеганографии – компьютерная (или цифровая) стеганография, которая направлена на встраивание сообщений в различные типы файлов (текстовых, графических, аудио, видео и др.). В связи с возрастанием роли глобальных компьютерных сетей цифровая стеганография приобретает большую значимость.

Анализ основных достижений и литературы. Анализ источников сети Internet позволяет сделать вывод, что в настоящий момент цифровая стеганография используется для следующего:

1. Скрытая передача сообщений, используемая для различных целей;
2. Защита конфиденциальной информации от несанкционированного доступа;
3. Преодоление систем мониторинга и управления сетевыми ресурсами;

4. Камуфлирование ПО;
5. Защита авторского права на определенные виды интеллектуальной собственности.

В настоящее время разрабатываются новые методы компьютерной стеганографии, основанные на особенностях представления информации в цифровом виде. Часть этих методов использует модификацию палитры, неточность устройств оцифровки, избыточность аудио и видео файлов и др. подходы. Несмотря на бурное развитие стеганографических методов, в свободном доступе имеется недостаточно ПО для стеганографии в аудиофайлах. Проблема связана с тем, что методы вложения информации в аудиофайлы разных битностей несколько различны. В настоящее время не существует универсальных программных решений для работы с аудиофайлами разных битностей.

Цель статьи, постановка заданий. Целью работы является модификация методов стеганографии и стегоанализа на аудиофайлах.

Основные задачи: рассмотреть особенности сокрытия и обнаружения скрытых вложений в аудиофайлах, создать приложение для сокрытия данных в WAVE файлах, предложить и модифицировать методы обнаружения скрытых данных в аудиофайлах.

Основная часть. Для стеганографии на аудиофайлах и для рассмотренных методов стегоанализа разработано оригинальное программное обеспечение, реализованное в виде пакета Stegora WaveHide.

Формат WAVE был выбран из тех соображений, что он идеально подходит для реализации алгоритма LSB в силу своей избыточности. В области данных аудиофайлов формата WAVE хранятся несжатые и никоим образом не измененные данные, полученные напрямую с аналого-воцифрового преобразователя, поэтому реализовывать стеганографические алгоритмы на файлах данного типа несколько проще и понятнее.

Поскольку WAVE файлы имеют достаточно большой размер, они не используются для обмена в сети интернет и для хранения музыки на портативных устройствах (плееры, мобильные телефоны). WAVE файлы используются там, где необходимо сохранить первоначальный вид файла высокого качества там, где нет ограничения на размер свободного дискового пространства.

Аудиофайлы формата WAVE характеризуются битностью и частотой дискретизации.

Метод LSB (Least Significant Bit, Младший Значащий Бит) является методом, использующим избыточность звуковых файлов. Как известно, младшие разряды цифровых отсчетов содержат очень мало полезной информации. Их заполнение дополнительной информацией практически не влияет на качество восприятия, что и обеспечивает возможность сокрытия. У данной группы методов имеется ряд отличительных особенностей. Сначала рассмотрим негативные особенности. С изменением информации искажаются статистические характеристики цифровых потоков. Ввиду этого для снижения компрометирующих признаков требуется

коррекция статистических характеристик. К достоинствам можно отнести: возможность скрытой передачи большого объема информации, возможность защиты авторского права, скрытого изображения, товарной марки, регистрационных номеров и т.п.

В силу своей простоты и прозрачности реализации метод LSB в настоящее время широко применяется в стеганографии.

Для стеганографии на аудиофайлах и для рассмотренных методов стегоанализа разработано оригинальное программное обеспечение, реализованное в виде пакета Stegora WaveHide. Приложение выполняет стеговложения в аудиофайлы формата WAVE любой частоты дискретизации и битности со свойством многотомности, а также в приложении реализована собственная методика обнаружения таких вложений и метод обнаружения сообщений в аудиофайлах на основе методов сжатия. ПО разработано в среде Embarcadero Delphi XE5.

В программе в качестве стеганографического алгоритма был реализован алгоритм LSB. Как уже говорилось ранее суть данного алгоритма состоит в замене наименьших значащих битов аудиофайла битами сообщения. На вход программе подается файл-контейнер, файл-сообщение, а также ключевой файл. Файл-сообщение шифруется с помощью алгоритма EQXOR и ключевого файла.

При тестировании базы файлов на предмет вложений с помощью частотного анализа для отслеживания поведения случайности младших бит необходимо упорядочить файлы по какому-либо признаку. В качестве такого признака было выбрано относительное количество нулевых байт в файле. Относительное количество нулевых байт определяется как отношение нулевых байт файла к общему количеству байт. В соответствии с этим признаком были упорядочены все 108 тестовых файлов. Для проверки гипотезы в исходную базу (кроме пустых контейнеров) были добавлены частично заполненные, а именно, во все файлы из базы были осуществлены стеговложения (при помощи разработанного ПО Stegora WaveHide) на 10 %, 50 % и 100 % от максимальной возможности рассматриваемого стегоконтейнера. В качестве теста был использован частотный побитовый тест пакета NIST, который оценивает соотношение между нулями и единицами в двоичной последовательности. Алгоритм этого теста заключается в следующем: файл рассматривается как битовая последовательность, при этом единица принимается за +1, ноль за 0. Считается сумма последовательности. Затем вычисляется статистика по формуле

$$S_{obs} = \frac{|S|}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где $|S|$ – сумма последовательности;

n – количество элементов в последовательности. Вычисляется P-значение через дополнительную функцию ошибок

$$P_{value} = \operatorname{erfc}\left(\frac{S_{obs}}{\sqrt{2}}\right). \quad (2)$$

Дополнительная функция ошибок вычисляется так:

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2} dt. \quad (3)$$

И если результат больше, чем 0,01, то последовательность признается случайной с уровнем доверия 99 %.

С помощью рассмотренного выше, всего 108 файлов наименьших значащих бит из базы были проверены на случайность. Результаты представлены на рис. 1, 2.

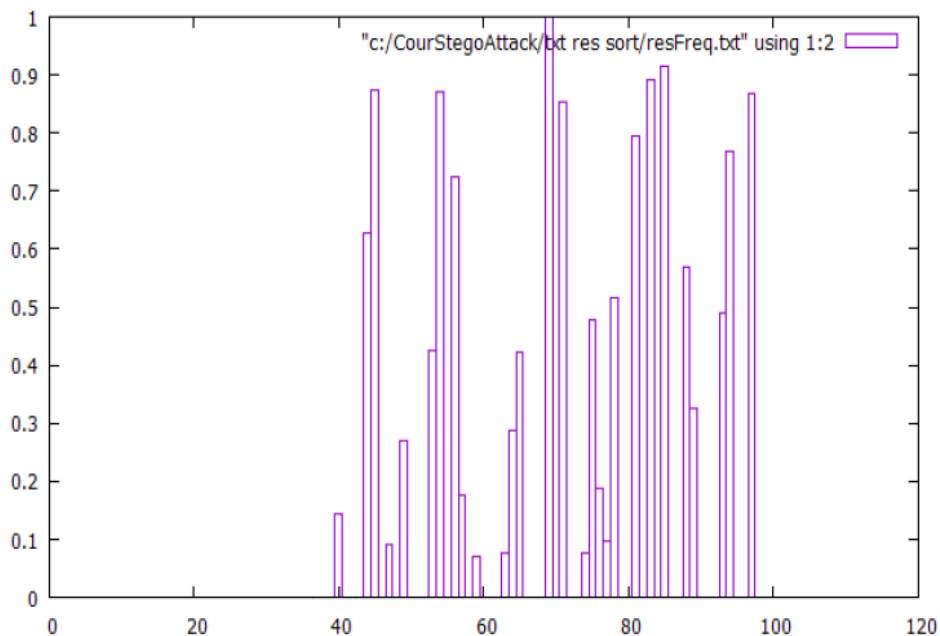


Рис. 1. Проверка на случайность последовательности LSB 108 «пустых» аудиофайлов

Как видно из рисунка, последовательности LSB у файлов с относительно небольшим количеством нулевых байт менее 0,08 (значение для 40 файла) неслучайны.

Установлено, что предложенная методика работает весьма эффективно (определяются даже 10 % вложения (рис. 1), но только на аудиофайлах с малым относительным количеством нулевых байт.

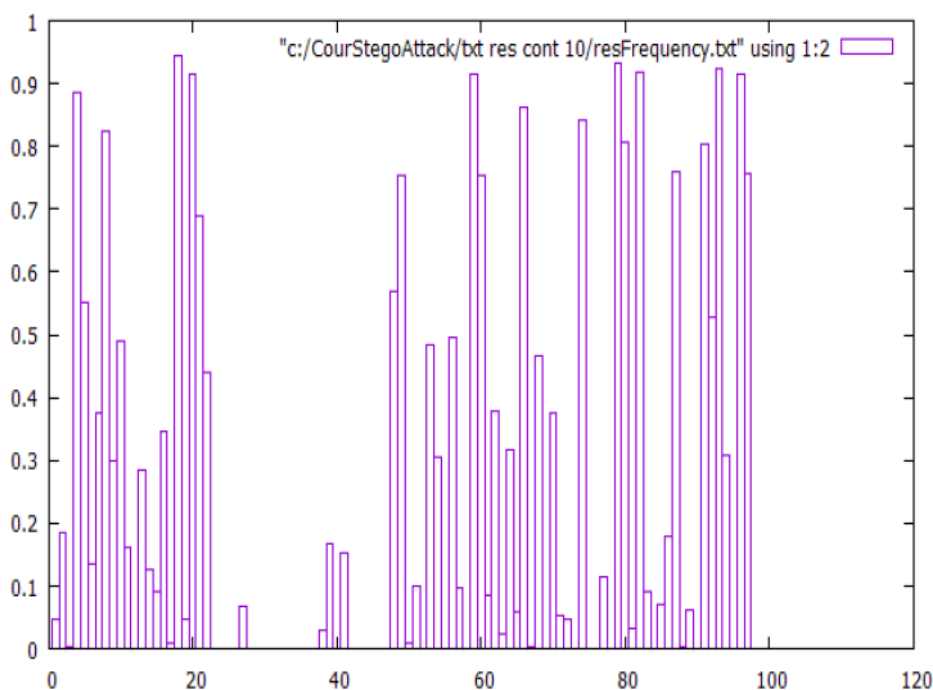


Рис. 2. Проверка на случайность последовательности LSB 108 аудиофайлов, заполненных на 10 % от максимальной возможности

Практическое использование методики для определения вложений в аудиофайл:

1. Берется проверяемый файл.
2. Определяется относительное число нулевых байт.
3. Если это число меньше, чем 0,0038 (подобрано эмпирически), то файл проверяется частотным тестом NIST.

Если тест показал, что последовательность младших битов файла является случайной (т.е. результат частотного теста больше, чем 0,01), то это с большой долей уверенности говорит о том, что в файле имеются стеговложения.

При тестировании базы файлов на предмет вложений с помощью метода, основанном на алгоритме сжатия, принято:

- виды исследуемых файлов максимально произвольные (представленные в базе);
- количество младших бит, заменяемых на случайные – 2 (как это было сделано в стеганографической части разработанного приложения);
- битность файлов от 8 до 32.

В разработанном программном обеспечении данный метод реализован следующим образом: В интерфейсе разработанного пакета Stegora WaveHide при нажатии на кнопку «Alternate Analysis» и вводе коэффициентов σ и K пользователю требуется выбрать файл для анализа. Вначале файл разбивается на K равных частей. Затем производится сжатие каждой из частей при помощи методов из стандартной библиотеки `zlib` и высчитывается отношение размера сжатого куска файла к несжатому. После в изначальном файле два младших бита изменяются на случайные и процедура повторяется, высчитывается отношение размеров сжатого куска к несжатому. Для каждого куска рассчитывается параметр Δ .

Если количество кусков, параметр Δ для которых меньше, чем введенный коэффициент σ , больше половины, то выносится решение о наличии в рассматриваемом файле стеговложений. В противном случае выносится решение об отсутствии таких вложений.

Тестирование базы файлов на предмет вложений с помощью метода, основанного на алгоритме сжатия Тестовая база из 108 аудиофайлов была проверена на стеговложения с помощью данного метода. На графиках ниже показаны значения параметра Δ . Сравнивались значения этого параметра для «пустых» и заполненных (с помощью разработанного ПО Stegora WaveHide) на 100 % файлов. Результаты представлены на графиках ниже. По оси абсцисс на графиках находятся номера тестируемых файлов, по оси ординат – полученное значение параметра Δ .

Как видно из результатов тестирования разработанного ПО, заполненный контейнер сжимается в среднем в два раза хуже. Следовательно, метод стегоанализа, основанный на алгоритмах сжатия можно использовать для определения наличия вложений в аудиофайлах. Но, поскольку параметр Δ различен для разных видов файлов, для эффективного применения данного метода необходимо классифицировать файлы и для каждого класса установить свое пороговое значение Δ .

Результаты исследования. Результаты тестирования базы из 108 различных аудиофайлов формата WAVE показали, что метод, основанный на алгоритмах сжатия требует дополнительной доработки в плане классификации аудиофайлов. С большой долей уверенности можно говорить о возможности применения данного метода для определения стеговложений в аудиофайлах, принадлежащих к одному классу.

Результаты тестирования этой же базы на основании двух методик показали следующее, что метод работает весьма эффективно для файлов, относительное количество нулевых байт для которых меньше, чем 0,038. Файлы, относящиеся к данному классу, отличаются большой информационной нагруженностью. К этому классу относятся шумы, записи музыкальных инструментов с большим количеством шумов (большое количество шума возникает из-за использования некачественных АЦП).

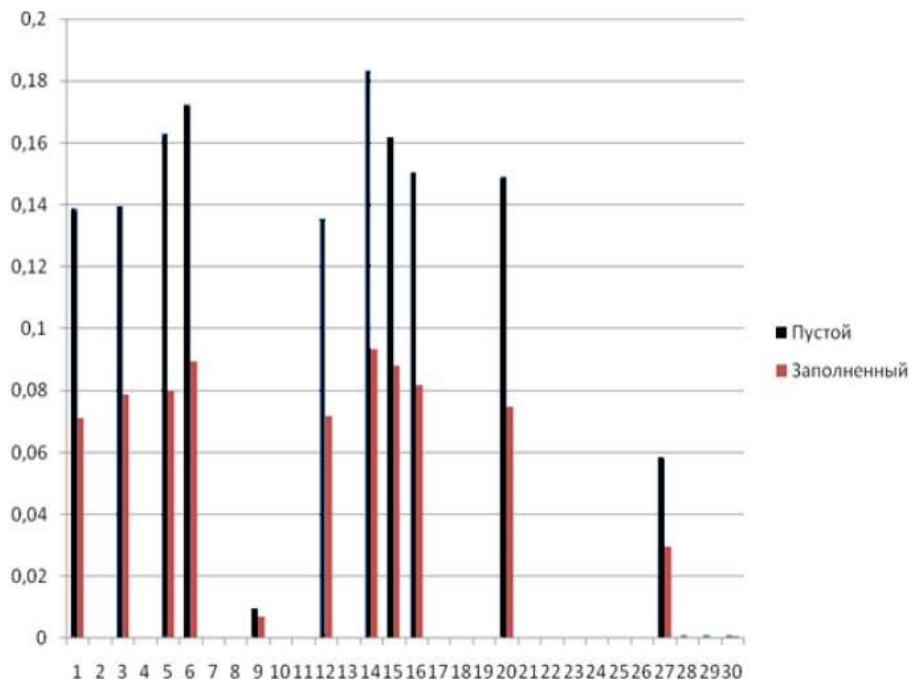


Рис. 3. Тестирование файлов с 1 по 30

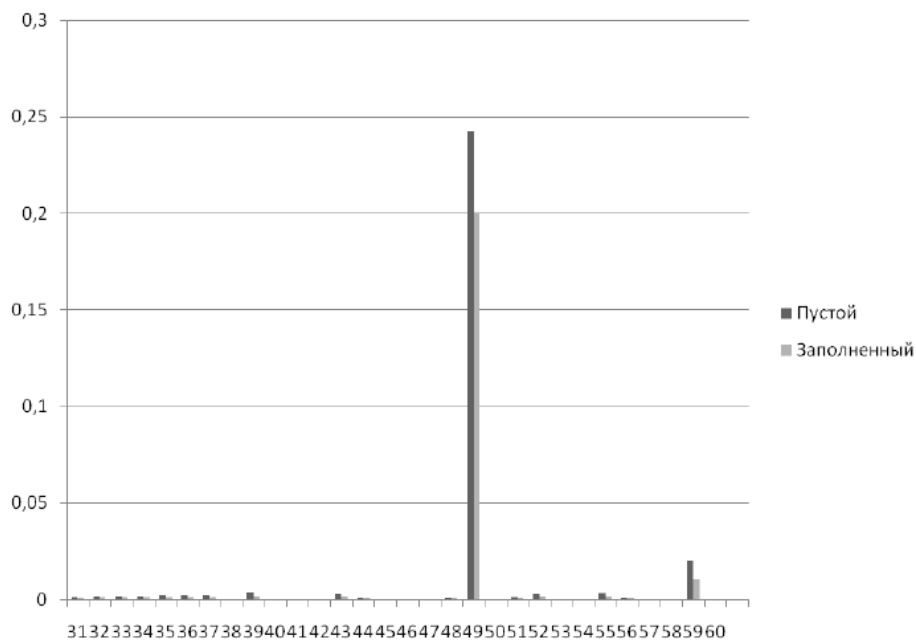


Рис. 4. Тестирование файлов с 31 по 60

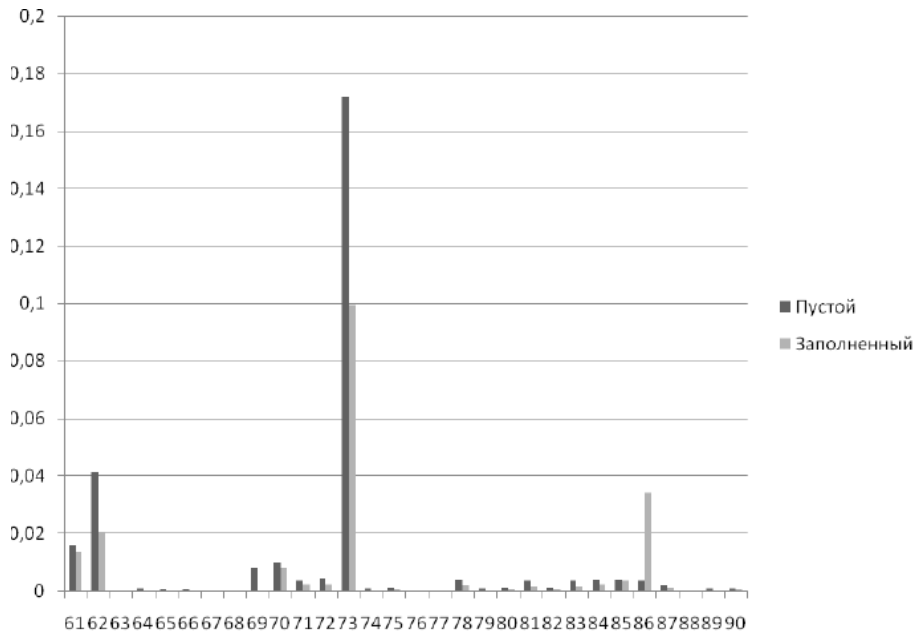


Рис. 5. Тестирование файлов с 61 по 90

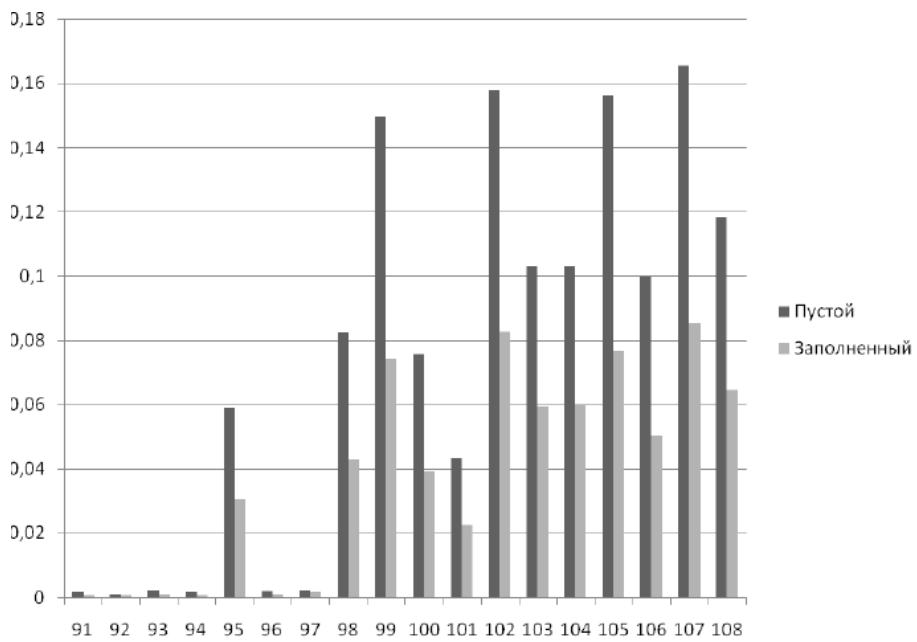


Рис. 6. Тестирование файлов с 91 по 108

Выводы. Информационная избыточность форматов хранения аудио данных предоставляет большое количество мест для сокрытия информации как в служебных областях файлов, так и непосредственно в области аудиоинформации. Появление большого количества различных методов и алгоритмов стеганографии в аудиофайлах порождает трудности для стегоанализа, т.к. требуется учитывать особенности работы каждого из этих методов. Предложенные методы поиска вложений в служебных областях файлов и разработанное ПО эффективно обнаруживает факт внедрения сообщения, созданного большинством существующих программ. В то же время его недостатком является ложное срабатывание на поврежденные файлы. Для предотвращения этого необходимо анализировать сами подозрительные данные, что является, несомненно, не менее трудной задачей, выходящей за рамки данной работы.

Разработанная методика позволяет обнаруживать вложения, сделанные с помощью алгоритма LSB, в аудиофайлы формата WAVE. В будущем планируется усовершенствовать данную методику и расширить ее на все виды аудиофайлов.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барсуков В.С., Романцов А.П. *Несколько слов о стеганографии* // *Специальная техника*. – 1998. – № 4. – С. 25-26.
2. Быков С.Ф., Мотуз О.В. *Основы стегоанализа* // *Защита информации*. – 2000. – № 3.
3. Генне О.В. *Основы стегоанализа* // *Защита информации*. – 2000. – № 3. – С. 57-58.
4. Гурский Д.И. *ActionScript 2: программирование во Flash MX* / Д.И. Гурский. – 2004. – 860 с.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2018 р.

УДК 327

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.20>

**ЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ІНІЦІАТИВИ
«ОДИН ПОЯС, ОДИН ШЛЯХ» ДЛЯ УКРАЇНИ**

С.М. Гловацька

к.т.н., начальник відділу міжнародних зв'язків
snglov@gmail.com

Одеський національний морський університет

Анотація. У статті висвітлено важливість стратегічної ініціативи «Один пояс, один шлях» для світового співтовариства та її значення для України. Охарактеризована основна мета ініціативи «Один пояс, один шлях». Визначено основні напрямки співробітництва між Україною та Китаєм в рамках стратегічної ініціативи «Один пояс, один шлях».

Ключові слова: стратегічна ініціатива «Один пояс, один шлях», економічний пояс Шовкового шляху, Морський шовковий шлях XXI-го століття, стратегічні напрямки, стратегічна ініціатива, транспортна інфраструктура, мегапроект, міжнародне співробітництво.

**ЗНАЧЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ
«ОДИН ПОЯС, ОДИН ПУТЬ» ДЛЯ УКРАИНЫ**

С.Н. Гловацкая

к.т.н., начальник отдела международных связей
snglov@gmail.com

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В статье отражена важность стратегической инициативы «Один пояс, один путь» для мирового сообщества и ее значение для Украины. Охарактеризована основная цель инициативы «Один пояс, один путь». Определены основные направления сотрудничества между Украиной и Китаем в рамках «стратегической инициативы «Один пояс, один путь».

Ключевые слова: «Один пояс, один путь», экономический пояс Шелкового пути, морской шелковый путь XXI-го века, стратегические направления, стратегическая инициатива, транспортная инфраструктура, мегапроект, международное сотрудничество.

UDC 327

**THE STRATEGIC INITIATIVE «THE BELT AND ROAD»
AND IT'S MEANING FOR UKRAINE**

S.M. Glovatska

PhD, Head of International Relations Department
snglov@gmail.com

Odessa National Maritime University

© Гловацька С.М., 2018

Abstract. *The article depicts the importance of the strategic initiative «the Belt and Road» and it's meaning for Ukraine. The main purpose of «The Belt and Road» is described. The main areas of cooperation between Ukraine and China within «the Belt and Road» are determined.*

Keywords: *«The Belt and Road», the Silk Road Economic Belt, the XXI century Maritime Silk Road, strategic directions, strategic initiative, transport infrastructure, megaproject, international cooperation.*

На сучасному етапі українсько-китайські відносини зазнають певного випробування. За часи незалежності України ці відносини, загалом, розвивалися по висхідній та досягли найвищої точки розвитку у грудні 2013 р., коли були підписані Договір про дружбу та співробітництво, Спільна декларація України і Китайської Народної Республіки про подальше поглиблення відносин стратегічного партнерства та Програма розвитку відносин стратегічного партнерства між Україною та КНР на 2014-2018 роки. Важливе значення цих документів полягає, серед іншого, у: підписанні вперше в історії двосторонніх відносин юридично-зобов'язуючого документу Договору, який визначає ключові принципи і закріплює засади подальшого розвитку українсько-китайського стратегічного партнерства; визначені (вперше в історії двосторонніх відносин) сторонами конкретні напрямки і галузі співробітництва та реалізації спільних проектів на період до 2018 року.

У геополітичному плані Китай є свідомим прихильником української євроінтеграції та завжди визначав Україну як «важливу державу в Європі». Керівництво КНР вітало підписання Україною Угоди про асоціацію з ЄС та розглядає залучення України до розбудови стратегічної ініціативи «Один пояс, один шлях», що є особистою ініціативою голови КНР Сі Цзіньпіна [1].

Не дивлячись на широку зацікавленість українського суспільства мегапроектом «Один пояс, один шлях», в Україні до цього часу немає однозначного розуміння цієї стратегічної ініціативи.

Дослідження даної ініціативи необхідно розпочати з виникнення ідеї «Економічного поясу Шовкового шляху» та «Морського шовкового шляху XXI століття».

Знаходячись в Казахстані 7 вересня 2013 року генеральний секретар ЦК КПК, голова КНР Сі Цзіньпін висунув ініціативу про спільне будівництво «Економічного поясу Шовкового шляху» (the Silk Road Economic Belt – «the Belt»). А вже на початку жовтня 2013 року Сі Цзіньпін в Індонезії виступив з ініціативою про будівництво «Морського шовкового шляху XXI століття» (the XXI Century Maritime Silk Road – «the Road»). У 2014 році ініційований на вищому рівні мегапроект був офіційно оголошений. Конкретний план дій у рамках економічної стратегії з'явився на світ у 2015 р. Відтоді Китай почав залучати до співпраці країни-партнери, що перебувають у стратегічному поясі.

В чому полягає основна мета розбудови «Одного поясу, одного шляху»?

Економічний пояс Шовкового шляху включає в себе країни, через які проходив історичний шовковий шлях в Центральній, Західній Азії, на Близькому Сході та Європі. Побудова «Одного поясу, одного шляху» на суші з опорою на міжнародні транзитні дороги і основні міста вздовж нього передбачає, що важливі торгово-економічні та промислові парки стануть платформою співробітництва. Спільними зусиллями будуть створені міжнародні економічні коридори. Економічний пояс Шовкового шляху передбачає три стратегічні напрями:

- Китай – Центральна Азія – Росія – Європа (Балтійське море);
- Китай – Центральна та Західна Азія – Перська затока та Середземне море;
- Китай – Південно-Східна та Південна Азія – Індійський океан.

Сама концепція економічного поясу Шовкового шляху передбачає не тільки створення мережі вигідних транспортних коридорів та уніфікацію інфраструктури для зручнішого перевезення товарів за маршрутом, у глобальному масштабі вона має на меті створення альтернативного регіонального економічного простору за допомогою розвитку інфраструктури, розширення культурних та економічних зв'язків.

Морський шовковий шлях доповнює Економічний пояс та є ініціативою по інтеграції Південно-східної Азії, Океанії та Північної Африки шляхом розвитку інфраструктурних проектів у морській галузі.

При побудові «Одного поясу, одного шляху» на морі важливі порти розглядаються як вузлові точки в цілях створення вільного, безпечного та високоефективного транспортного коридору. Морський шовковий шлях XXI століття має два стратегічні напрямки. Перший – від приморських районів Китаю, через Південно-Китайське море, до Індійського океану і в Європу. Другий – від узбережжя Китаю, через Південно-Китайське море в Південно-Тихоокеанський район.

Китай запропонував мегапроект, який відзначається надзвичайно високою життєздатністю, стійкістю і ступенем інклюзивності. За чотири роки ініціатива «Один пояс, один шлях» стала реальністю, заслужила увагу та підтримку міжнародного співтовариства. Держави Центральної та Східної Європи активно відкликаються на неї, Китай став одним із крупніших інвесторів в країнах Східної та Південно-Східної Європи. На сьогоднішній день більш ніж 100 країн та міжнародних організацій не тільки позитивно відгукнулись на цю ініціативу, а готові практично підтримати мегапроект. Більш ніж 40 країн підписали з Китаєм угоди про співробітництво в рамках «Одного поясу, одного шляху». У більш ніж 20 країнах, що пролягають по маршруту «Одного поясу, одного шляху» китайські підприємства створили 56 зон торгово-економічного співробітництва, в які було вкладено більш ніж 18,5 млрд. доларів США, а також створено 180 тис. робочих місць [2].

На відміну від традиційних форматів допомоги, при будівництві «Одного поясу, одного шляху» було прийнято принцип співробітництва, в основу якого покладено спільна участь, планування, будівництво та користування плодами розвитку. Тобто, всі учасники стратегічної ініціативи стають рівноправними партнерами. Крім того, «Один пояс, один шлях» має на увазі дотримання єдиного для всіх учасників принципу: враховуючи в повній мірі інтереси всіх учасників, шляхом консультацій спільно вибудовувати и погоджувати національні стратегії розвитку країн-учасниць.

За допомогою сухопутних та морських транспортних мереж «Один пояс, один шлях» об'єднує значні території Азії, Європи, Африки. В цьому плані акцент зроблено на будівництво основних об'єктів інфраструктури, створення виробничих парків, портових економічних зон та мереж портової логістики. Мета – зміцнити зв'язки та взаємодію між великими регіонами, сприяти комфортизації умов для інвестицій та ефективного обміну товарами, послугами, капіталом, технологіями і персоналом, а також формуванню нових функцій розвитку [7].

Отже, Китай прагне до створення багаторівневої моделі відносин із різними країнами, що в цілому представляється як ідея багатопольярного світу. Для досягнення цієї мети Китай встановлює дружні відносини з країнами в усьому світі, не звертаючи увагу на їх важливість і значущість, що буквально відображено у зовнішньополітичній доктрині КНР. Єдиною умовою тут є послідовність і передбачуваність таких партнерських відносин, що заохочується Китаєм не тільки у формі економічних відносин, а й фінансування тих чи інших соціальних проектів.

І саме у розвитку цих відносин Україні треба дуже плідно працювати. За словами прем'єр-міністра України В.Б. Гройсмана «Уряд України особливо зацікавлений у співпраці з Китайською Народною Республікою в реалізації глобальної ініціативи з розбудови «Економічного поясу Шовкового шляху», втіленні спільних масштабних проектів у сфері інвестицій та розбудови інфраструктури, розвитку наукомістких та інноваційних технологій, сільського господарства та військово-технічної сфери, збільшення гуманітарних обмінів» [5].

Після підписання і ратифікації Угоди про Асоціацію з ЄС Україна, на етапі її імплементації, перетворюється на певні «ворота» до Європи. І у разі успішної реалізації амбітного китайського плану – Україна матиме принципово нове геополітичне місце «першої європейської країни на Шовковому шляху» та матиме хороші можливості розробляти та реалізовувати спільні українсько-китайські проекти в рамках ініціативи «Один пояс, один шлях».

Тому, перше що повинна зробити Україна, визначити свої потенційні інтереси щодо участі в проекті «Один пояс, один шлях» та оформити їх в стратегію подальшого розвитку відносин із Китаєм, а також перейти до практичної реалізації угод та документів, які вже укладені.

Серед основних напрямків співробітництва між Україною та Китаєм в рамках «Одного поясу, одного шляху» можна виділити: інвестиційні проекти; розбудова транспортної інфраструктури, прокладання транспортних коридорів; сільське господарство; створення індустріальних парків та зон технологічного розвитку; науково-та військово-технічне співробітництво; співробітництво в освітній та науковій сферах; гуманітарне, культурне співробітництво; розвиток туристичної галузі.

Китай послідовно зміцнює відносини з Новою Східною Європою шляхом активізації політичного діалогу та поглиблення економічних відносин, головним чином шляхом надання фінансової допомоги. Крім того, Китай планує реалізацію своєї глобальної стратегії збільшення експорту та інвестицій у потенційні ринки, розміщені між Росією та ЄС. Україна може стати важливим місцем для просування китайських продуктів і брендів, отримання доступу до нових ринків і придбання стратегічних активів.

На сьогодні визначальним фактором для інвестицій в Україну є стабільність і прогнозованість правил гри для іноземних інвесторів в Україні. Доки права інвестора хиткі, існує рейдерство і важко знайти справедливість у судах, інвестування в Україну вважатиметься ризикованим.

За об'ємом товарообігу Україна є третьою країною-торговим партнером для КНР на теренах СНД (після РФ та Казахстану). Китайська Народна Республіка посідає перше місце серед торговельних партнерів України в Азійсько-Тихоокеанському регіоні. Китай володіє значним інвестиційним потенціалом і має найбільший у світі золотовалютний резерв. КНР посідає 5-те місце у світі за експортом капіталу. Активність китайських інвесторів на зарубіжних ринках не призвела до активізації китайського інвестування в економіку України. Тому на порядок денний варто поставити питання опрацювання алгоритму взаємодії і пошуку нових форм співпраці. Зокрема, це застосування прямого інвестування з боку китайських компаній, часткового надання державних гарантій, інші форми партнерства [1].

Не тільки Китай, а й більшість країн Азії зацікавлені у скороченні вартості та часу перевезень товарів від країн-виробників до країн із значними ринками споживання, зокрема до Європейського Союзу. Україна зацікавлена в активній участі у розширенні географії цього транспортного коридору. Цьому сприяють геоекономічне розташування нашої країни, розвинена транспортна інфраструктура, активні торговельно-економічні зв'язки з сусідніми країнами та КНР, широкі споживчі можливості внутрішнього українського ринку.

Посольство України в КНР 31 жовтня 2017 року взяло участь у церемонії пуску першого контейнерного поїзду за маршрутом Далянь – Братислава через Україну. Ініціаторами створення нового залізничного маршруту виступили компанія Dalian Port Congregation, контейнерний оператор порту Далянь, за участі китайської потужної морської транспортної компанії COSCO, та Міністерство транспорту і будівництва Словацької

Республіки. Як відмітив у своєму виступі Посол Словаччини Душан Белла, процес реалізації ініціативи «Один пояс, один шлях» набирає обертів, зокрема збільшуються обсяги торгівлі між європейськими країнами і Китаєм. Раніше започатковані маршрути з Китаю в Європу, наприклад з точкою перетину Брест/Малашевіц вже не мають вільних потужностей і не можуть впоратись з обробкою теперішніх обсягів товарів. Цю проблему вирішує новий маршрут Далянь-Манчжун-Забайкальський-Чоп-Добра-Братислава відстанню у 10,5 тис. км, який поїзд долатиме за 16-17 діб. Перший поїзд за цим маршрутом взяв на борт 41 контейнер товарів електронної, машинобудівної та харчової промисловості походженням з КНР і Південної Кореї, для якої порт Далянь є вигідною точкою перевалки. Регулярними рейсами за цим маршрутом мають стати з січня 2018 року. Китайські та словацькі партнери вважають розвиток таких маршрутів через Україну перспективним і мають надію на розгортання подальшої співпраці у цій галузі [3].

Хоча, як відомо перший тестовий поїзд з України до Китаю по так званому Транскаспійському маршруту був відправлений ще у січні 2016 року, проте цей проект не увінчався успіхом, хоча альтернатива довела своє право на існування. І у випадку появи попиту, даний проект може бути відновлений.

Перевагою України серед усіх інших країн у регіоні Центрально-Східної Європи є те, що через порти України можна здійснювати доставку товарів у двох напрямках: з Китаю до Європи і з Європи до Китаю, адже великою проблемою для китайців є те, що потяги які йдуть із Китаю до Європи з товарами, повертаються назад порожні.

Наразі Україна розглядає свою роль у проекті «Один пояс, один шлях» насамперед як транспортно-логістичного вузла. Україна має унікальну можливість стати осередком розбудови «Одного поясу, одного шляху» у Чорноморсько-Балтійському регіоні із залученням країн Балтії, Вишеградської четвірки, Румунії, Болгарії, Білорусі, Грузії. Як показує досвід, Пекін цікавиться комплексними проектами. Наприклад, будівництво порту і залізничної чи автомобільної дороги до нього, розвиток декількох ділянок залізничної мережі та ін. Як раз цього комплексного підходу і не вистачає Україні. Порти самі по собі Пекіну не так важливі, а ось у поєднанні з логістичними хабами чи іншими об'єктами – це вже інша розмова [4].

Прикладом такого комплексного проекту може бути проект будівництва терміналу з перевалки сільськогосподарської китайської корпорації COFCO в Миколаївському морському порту. Із введенням терміналу в експлуатацію об'єм перевалки вантажів збільшиться на 2,5 млн. тон, а сам порт може стати однією із важливих ланок проекту «Один пояс, один шлях». Інвестиції китайської корпорації COFCO Agri в даний проект склали 75 млн. доларів.

Зацікавленість Китаю щодо співробітництва з Україною пов'язана також з ухваленим китайським керівництвом рішенням про створення

«закордонних продовольчих баз». Зокрема, йдеться про використання агропромислових можливостей України у поєднанні із інвестиційними та технологічними потужностями Китаю. Україні у взаємовигідній взаємодії з КНР цілком під силу зробити вагомий внесок у забезпечення продовольчої безпеки у світі, стати потужним гравцем на міжнародному продовольчому ринку.

Сьогодні Китай стабільно посідає місце в ТОП-10 лідерів у регіональній структурі українського аграрного експорту та є одним із стратегічних партнерів не лише в торгівлі, але й у коопераційних та інвестиційних проектах. Водночас, існує багато перспективних напрямів в аграрній галузі для створення успішних двосторонніх проектів. Йдеться про такі підсектори, як науково-технічне співробітництво, розвиток smart farming та новітніх IT-рішень, інфраструктура та логістика, зелена енергетика, будівництво на території України заводів із виробництва засобів захисту рослин і добрив та інше. Експорт зернових до країн Далекого Сходу складає близько 13 % від українських поставок в цілому, а освоєння ринку Китаю дозволить Україні збільшити цю цифру мінімум вдвічі. Згідно з узятими зобов'язаннями й оприлюдненими заявами, керівництво Китаю прагне подвоїти споживання в Китаї м'яса, сої та зерна за наступні два десятиліття. Саме у цьому закладений величезний потенціал і можливість для переробки українського збіжжя і виробництва м'яса, молока та ін. продуктів з подальшим їх експортом до країн Далекого Сходу [1].

За результатами 2016 року, експорт української сільськогосподарської продукції до Китаю становив \$1,025 млрд. Ключові товари експорту: олія – \$527,1 млн., зернові злаки – \$464,1 млн., продукти борошномельно-круп'яної промисловості – \$16,833 млн., насіння олійних культур – \$3,630 млн., сири та йогурти – \$2,1 млн., кондвироби – \$1,9 млн. За той самий період, імпорт становив – \$105,2 млн. Ключові товари імпорту: залишки харчової промисловості – \$14,2 млн., тютюн – \$12,4 млн., консервовані рибні продукти – \$11,359 млн., овочі – \$6,7 млн.

За 6 місяців 2017 року експорт становив – \$434,554 млн. Товари експорту: олія – \$226,2 млн., зернові та злаки – \$182,9 млн., сири та йогурти – \$6,8 млн. Імпорт склав – \$53,972 млн. Товари імпорту: кава та чай – \$4,8 млн., риба – \$6,2 млн., харчові продукти тваринного походження – \$2,8 млн., консервована риба – \$7,1 млн. тощо [6].

Україні і КНР необхідно розпочати роботу з опрацювання середньострокових і довгострокових планів співпраці між країнами методом виробничої кооперації та шляхом створення індустріальних парків і зон технологічного розвитку за участю китайського капіталу. Завдяки спільному виробництву високотехнологічної продукції з Китаєм Україна зможе забезпечити собі гідне місце на світових ринках. Це важливо для китайсько-українських відносин, особливо у контексті реалізації ідеї «Один пояс, один шлях».

Досвід сусідньої Білорусі, де Китай виступив інвестором створення індустріального парку «Великий Камінь», доводить, що увага інве-

сторів з КНР може бути зосереджена на співпраці у створенні технопарків, обміні технологіями та їхній спільній розробці, створенні спільних виробництв, створенні виробничо-логістичних центрів Китаю у безпосередній близькості до ринків збуту, переміщенні надлишкових потужностей китайських підприємств у країни, які знаходяться уздовж нового Шовкового шляху.

Незважаючи на нинішнє скрутне фінансово-економічне становище, Україна все ще володіє низкою технологічних та науково-виробничих можливостей, що становлять інтерес для Китаю в контексті потреб розвитку передових галузей його економіки, а також реалізації важливих стратегічних проектів у різних сферах. Наука і технологія становлять найпотужнішу і довготривалу базу для співробітництва між нашими країнами. В умовах необхідності швидкої та ефективної модернізації української економіки, налаштування її на рейки сучасного світового ринку інвестиційні, виробничі та науково-технологічні можливості КНР можуть стати для України вагомим ресурсом розвитку та модернізації відповідних галузей економіки. Водночас, це дає можливість китайському бізнесу зайняти відповідні ніші на українському ринку, що нині інтегрується з Європейським Союзом. Спільні проекти, які реалізують українські та китайські фахівці, належать до сфер високих технологій, нових матеріалів, охорони навколишнього середовища та виробництва ліків. Співпраця з КНР у космічній галузі особливо вигідна для України, оскільки дає можливість раціонально реалізувати український космічний потенціал. В Україні у даній сфері звужені джерела фінансування, натомість КНР стає одним із провідних інвесторів у дослідженні космосу. Нині Україна виконує 21 контракт із Китаєм на загальну суму понад 67 млн. дол. США, реалізує власну 5-річну програму розвитку космічної галузі (2012-2017 рр.) і має концепцію космічної діяльності до 2032 року. Зі свого боку КНР має вельми амбітну та достатньо фінансово забезпечену космічну програму. Китай має очевидну зацікавленість в імпорті готової високотехнологічної продукції, і Україні це слід враховувати та використати в інтересах національного виробництва [1].

Розвиток туризму та активізація міжлюдських контактів, гуманітарне співробітництво, взаємодія в галузі освіти та культури – все це необхідні складові для подальшого розвитку українсько-китайського стратегічного партнерства.

Ще однією цікавою можливістю співробітництва для України є доручення до регіонального рівня співпраці Китаю з країнами Центрально-Східної Європи у форматі «16+1», яке було започатковано за ініціативою китайської сторони у 2012 році. Цей формат взаємодії покликаний сприяти зростанню ефективності співробітництва КНР з Європейським Союзом (ЄС). Китай наполегливо розвиває формат «16+1», запроваджує його інституціалізацію, формує конкретну програму розвитку, в рамках якої створено спеціальну кредитну лінію у розмірі 10 млрд. доларів США. Тому Україні варто було б приєднатися до китайської ініціативи з євро-

пейського боку. На думку китайських аналітиків формат «16+1» є найперспективнішим для реалізації проекту «Один пояс, один шлях» та для здійснення великих інфраструктурних проектів у Європі

Пекін підкреслює, що співробітництво у форматі «16+1» доповнює та підсилює стратегічне партнерство Китаю та ЄС, що закріплене у плані дій «Китай-ЄС 2020». Україна має багато спільного з країнами Центрально-Східної Європи, а після підписання Угоди про асоціацію з ЄС має всі підстави посилити свою взаємодію з цими країнами, використовуючи різні формати («Вишеградська четвірка + 1», трикутник «Україна-Польща-Литва», ОЧЕС та інші). Проте, саме приєднання України до формату «16+1» та перетворення його на «17+1» має суттєві переваги як з точки зору активізації взаємодії з Китаєм, так і щодо реалізації європейського вектору свого розвитку.

Наразі Україні слід почати використовувати досвід Китаю та ідеї, які б зробили б можливим використання потенціалу України для реалізації концептуальних положень проекту «Один пояс, один шлях» у сенсі реіндустриалізації, модернізації та підвищення ефективності виробництва, захисту природного середовища, використання логістичних можливостей.

Ініціатива «Один пояс, один шлях», а також формат «16+1» націлені, насамперед, на встановлення тісніших економічних зв'язків Китаю з західною частиною Євразії. У цих проектах немає конкуренції з проектами, які розробляє Європейський союз. Тому для Києва було б корисним постійно вивчати досвід європейських країн, які дозволили долучитися до проекту «Один пояс, один шлях» та формату «16+1». Україні необхідно зробити практичні кроки щодо приєднання до цих ініціатив, брати активну участь в обговоренні місця та ролі України у згаданих проектах. Використовувати ці проекти для подальшого посилення економічного потенціалу, посилення інтеграції з великими європейськими та азійськими економічними центрами, аби перетворитися на майданчик, де геоекономічні проекти Заходу та Сходу сходилися б і давали подвійний ефект [1].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Аудит зовнішньої політики: Україна-Китай: Дискусійна записка [Електронний ресурс] // Інститут світової політики, 2016. <http://iwp.org.ua/ukr/public/1842.html>*
2. *Чжао Лэй. К общему пониманию // Китай. Ежемесячный журнал. – № 05 (139). – 2017. – С. 24-25.*
3. *Перший контейнерний залізничний маршрут з Китаю в Європу через Україну [Електронний ресурс] // <http://china.mfa.gov.ua/ua/press-center/news/60801>*
4. *Засядько Н., Решетняк В. Новый Шелковый путь: Китайский мегапроект теряет конкретику и актуальность для Украины [Електронний ресурс] // <http://cfts.org.ua/articles/>*

5. Гройсман В.Б. Привітальне слово // Китай. Ежемесячный журнал. – № 05 (139). – 2017. – С. 6.
6. Трофімцева О. Україна та Китай зацікавлені у розширенні торговельно-інвестиційного співробітництва в аграрній галузі [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/24528>
7. Чжан Юньлин. Сотрудничество нового типа // Китай. Ежемесячный журнал. – № 05 (139). – 2017. – С. 26-29.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2018 р.

Наукове видання

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ

Науковий журнал

Випуск 2 (3)

Засновник – Одеський національний морський університет

*Українською, російською
та англійською мовами*

Видається з жовтня 2017 р.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4242 від 26.12.2011 р.

Підписано до друку з оригінал-макету 10.10. 2018.
Формат 70x108/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 12,5

Надруковано у Видавництві ОНМУ
65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.
Тел. 728 31 14