

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта



ISSN 1991-8275



**Волжской государственной академии
водного транспорта**

Научные проблемы водного транспорта

№61

Издается с 1930 года

Отраслевой журнал широкой научной тематики

Вестник ВГАВТ № 61. 2019

Нижний Новгород
2019

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

ВЕСТНИК
Волжской государственной академии
водного транспорта

Научные проблемы водного транспорта

Выпуск 61

Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Н. Новгород, 2019

УДК 33+55+62+65+72

В 38

В 38 Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 61. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019. – 202 с.

Редакция: журнала:

Главный редактор	– Кузьмичев И.К. д.т.н., проф.
Первый заместитель главного редактора	– Минеев В.И. д.э.н., проф.
Заместитель главного редактора	– Корнев А.Б. к.т.н., доц.
Заместитель главного редактора	– Отделкин Н.С. д.т.н., проф.
Ответственный редактор	– Митрошин С.Г. к.т.н. доц.
Ответственный секретарь	– Раева О.А.

Редакционная коллегия:

Бажан П.И.	д.т.н., проф.	Безюков О.К.	д.т.н., проф.
Белых В.Н.	д.ф.-м.н., проф.	Бик Ю.И.	д.т.н., проф.
Ваганов А.Б.	д.т.н., доц.	Волков И.А.	д.ф.-м.н., проф.
Воробьев А.В.	д.э.н., проф.	Вычужанин В.В.	д.т.н., проф.
Гаврилов А.И.	д.э.н., проф.	Гиринов С.Н.	к.т.н., проф.
Грамузов Е.М.	д.т.н., проф.	Ермаков С.А.	д.ф.-м.н., проф.
Зуев В.А.	д.т.н., проф.	Иванов В.М.	к.т.н., проф.
Казачков Н.Н.	к.т.н., доц.	Клементьев А.Н.	д.т.н., проф.
Корнилов Д.А.	д.э.н., проф.	Королев Ю.Ю.	к.э.н., доц.
Костров В.Н.	д.э.н., проф.	Лаврентьева Е.А.	д.э.н., проф.
Мареев Е.А.	д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН	Матвеев Ю.И.	д.т.н., проф.
Мордовченков Н.В.	д.э.н., проф.	Мясников Е.Н.	д.ф.-м.н., проф.
Никущенко Д.В.	д.т.н., проф.	Озина А.М.	д.э.н., проф.
Плющаев В.И.	д.т.н., проф.	Роннов Е.П.	д.т.н., проф.
Ситнов А.Н.	д.т.н., проф.	Степанов А.Л.	д.т.н., проф.
Удалов О.Ф.	д.э.н., проф.	Уметалиев А.С.	д.э.н., проф.
Уртминцев Ю.Н.	д.т.н., проф.	Федосенко Ю.С.	д.т.н., проф.
Франк Венде	к.т.н., проф.	Хватов О.С.	д.т.н., проф.
Цветков Ю.Н.	д.т.н., проф.		

Редакционный совет журнала:

Алексеев В.Я. – Генеральный директор ОАО «Порт Коломна»
Бессмертный Д.Э. – Руководитель ФБУ «Администрация волжского бассейна», к.т.н.
Ежов П.В. – Генеральный директор ООО «Си Тех»
Ефремов Н.А. – Первый заместитель генерального директора ФАУ РРР, д.э.н.
Захаров В.Н. – Советник ректора ФГБОУ ВО «ВГУВТ», д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, Почетный работник транспорта России
Мареев Е.А. – Заместитель директора ИПФ РАН по научной работе, д.ф.-м.н., профессор, член-корр. РАН
Мочалина Н.Н. – Первый заместитель министра – начальник Управления природопользования Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области
Сазонов И.Г. – заместитель Министра промышленности Нижегородской области
Столповицкий К.С. – начальник Управления государственного морского и речного надзора Ространснадзора
Теодор де Йонге – Генеральный директор «Numeriek Centrum Groningen B.V.», Нидерланды
Франк Венде – Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, ФРГ, PhD
Шаталов В.В. – Генеральный директор ОАО КБ «Вымпел», профессор

Вестник ВГАВТ – журнал широкой научной тематики, посвященный вопросам водного транспорта. Материалы выпуска рекомендуются научным сотрудникам, преподавателям высших учебных заведений, инженерам, аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

© ВГУВТ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I

Водные пути, порты и гидротехнические сооружения

Вострякова Д.В., Капустин И.А., Мольков А.А., Ермаков С.А.

Натурные исследования характеристик руслового и ветрового течений в южной части Горьковского водохранилища 11

Мольков А.А., Капустин И.А., Ермаков С.А., Лещев Г.В.

Исследование зон смешения Волги с ее притоками на участке Н.Новгород–Козьмодемьянск по данным флуориметра ВВЕ Moldaenke 19

Ситнов А.Н., Воронина Ю.Е.

Оценка динамики свободной поверхности и глубин в нижнем бьефе Нижегородского гидроузла при возведении третьей нитки шлюзов или их третьей ступени 28

Раздел II

Судостроение, судоремонт и экологическая безопасность судна

Зуев В.А., Калинина Н.В., Прокофьев С.А.

Использование роторно-винтового движителя для самоходной ледокольной платформы на воздушной подушке 41

Февральских А.В.

Численное исследование аэродинамической интерференции стартовой системы поддува и крыла экраноплана 52

Раздел III

Финансовые и учетно-аналитические проблемы современной экономики

Крайнова В.В., Упадышева Е.В.

Современные аспекты финансового контроля бюджетной сферы в части соблюдения принципа финансовой самостоятельности местных бюджетов 63

Скобелева И.П., Бунакова Е.В., Котов С.А.

Финансово-инвестиционный потенциал интегрированных корпоративных структур на водном транспорте России 72

Раздел IV

Экономика, логистика и управление на транспорте

Веселов Г.В., Кузьмичев И.К., Минеев В.И., Новиков А.В.

Обновление речного флота в условиях дефицита инвестиций 89

Капранов А.В., Коршунов Д.А.

Анализ уровня взаимодействия таможенных органов с участниками ВЭД при внедрении распределённого таможенного контроля и рекомендации по его совершенствованию 96

Кегенбеков Ж.К., Бердибекова Ж.Р.

Сравнительный анализ результатов стратегии Китайской Народной Республики и Республики Казахстан в возрождении нового Шелкового пути 105

Костров В.Н., Мордовченков Н.В., Сироткин А.А.

Концептуальный подход к формированию и развитию транспортно-экспедиционных компетенций 113

Минеев В.И., Серeda А.В.

Синергетический подход при экономическом обосновании пассажиропотоков 121

Мосинцев А.В.

Оптимизация процесса передачи имущества в аренду как направление повышения эффективности деятельности предприятия 128

Радостина Е.А., Костров В.Н., Сухарев Д.Н., Глотова И.В.

Логистика бережливого производства в системе материально-технического снабжения на водном транспорте 136

Телегин А.И., Ничипорук А.О., Гончарова Н.В.

Разработка метода определения стандартных показателей сохранности перевозки грузов 143

Трухинова О.Л.

Формирование системной оценки удовлетворенности потребителей в процессе инвестиционного выбора круизного судна 152

Раздел V

Эксплуатация водного транспорта, судовождение и безопасность судоходства

Виноградов В.Н., Ивановский Н.В., Горячев И.С.

Синтез алгоритма управления движением судна при проводке судна в заданной акватории с учетом течения 165

Лобанов В.А.

Влияние формы и посадки судна на распределение льдов в зоне его движительно-рулевого комплекса 175

Тимошек Е.С., Чуйкова С.Е.

Определение зоны эффективного использования транспортного флота в арктическом регионе на примере группы судов компании ООО «Маринтэк» 184

Раздел VI

Эксплуатация судового энергетического оборудования

Рубан И.Н., Булгаков В.П., Уксусов С.С.

Стабилизация механических свойств и размеров поршня двигателя внутреннего сгорания из сплава ALSI12CU2MGNI (AL25) 195

Federal Agency of Sea and River Transport
Volga State University of Water Transport

BULLETIN
of the Volga State Academy
of Water Transport

Russian Journal of Water Transport

Issue 61

VSUWT publishing house
N. Novgorod, 2019

Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport (VSAWT). Iss. 61. – N. Novgorod: VSUWT publishing house, 2019. – 202 p.

Editor-in-chief	– D.Sc.(Tech.) Professor Kuzmichev I.K.
First Deputy Editor	– D.Sc.(Econ.), Professor Mineev V.I.
Deputy Editor-in-chief	– Ph.D. Associate Professor.Kornev A.B
Deputy Editor-in-chief	– D.Sc.(Tech.) Professor Otdelkin N.S.
Contributing Editor	– Ph.D. Associate Professor.Mitroshin S.G.
Executive secretary	– Raeva O.A.

The Editorial Board: of the journal

Bazhan P.I.	D.Sc.(Tech.), Professor	Bezyukov O.K.	D.Sc.(Tech.), Professor
Belykh V.N.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.	Bik Y.I.	D.Sc.(Tech.), Professor
Vaganov A.B.	Ph.D. Associate Professor	Volkov I.A.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.
Vorobjov A.V.	Ph.D.(Econ.), Professor	Vychuzhanin V.V.	D.Sc.(Tech.), Professor
Gavrilov A.I.	Ph.D.(Econ.), Professor	Girin S.N.	Ph.D. Associate Professor
Gramuzov E.M.	D.Sc.(Tech.), Professor	Ermakov S.A.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.
Zuev V.A.	D.Sc.(Tech.), Professor	Ivanov V.M.	Ph.D. Associate Professor
Kazakov N.N.	Ph.D. Associate Professor	Klement'ev A.N.	D.Sc.(Tech.), Professor
Kornilov D.A.	Ph.D.(Econ.), Professor	Korolev Y.Y.	Ph.D. Associate Professor
Kostrov V.N.	D.Sc.(Econ.), Professor	Lavrentieva E.A.	Ph.D.(Econ.), Professor
Mareev E.A.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.	Matveev Y.I.	D.Sc.(Tech.), Professor
Mordovchenkov N.V.	D.Sc.(Econ.), Professor	Myasnikov E.N.	D.Sc.(Phys.&Math.), Prof.
Nikushenko D.V.	D.Sc.(Tech.), Professor	Ozina A.M.	Ph.D.(Econ.), Professor
Plushaev V.I.	D.Sc.(Tech.), Professor	Ronnov E.P.	D.Sc.(Tech.), Professor
Sitnov A.N.	D.Sc.(Tech.), Professor	Stepanov A.L.	D.Sc.(Tech.), Professor
Udalov O.F.	Ph.D.(Econ.), Professor	Umetaliev A.S.	Ph.D.(Econ.), Professor
Urtmintsev Y.N.	D.Sc.(Tech.), Professor	Fedosenko Y.S.	D.Sc.(Tech.), Professor
Frank Vende	Ph.D. Associate Professor	Khvatov O.S.	D.Sc.(Tech.), Professor
Tsvetkov Yu.N.	D.Sc.(Tech.), Professor		

The Editorial Council of the journal

Alekseev V.J. – General Director of JSC «Port Kolomna»
Bessmertnui D.E. – The head of the FBI «The administration of the Volga basin», Ph.D.
Ezov P.V. – General Director of «Sea Tech»
Efremov, NA – First Deputy General Director of the State PPP, Ph.D.
Zakharov V. N. – Advisor to Rector of Volga State University of Water Transport, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the R.F., Honored Worker of Transport of Russia
Mareev EA – Deputy Director of the IAP RAS on scientific work, Dr., Professor, Corresponding Member. RAS
Mochalina N. N. – First Deputy Minister – the head of the Natural Resources Department of the Nizhny Novgorod region Ecology and Natural Resources Ministry
Sazonov I.G. – Deputy Minister of Industry of Nizhny Novgorod Region
Stolovitsky K. S. – the head of the Directorate for State of Maritime and River Supervision of Federal Agency for transport supervisiona
Theodore de Jonge – General Director of «Numeriek Centrum Groningen BV», The Netherlands
Frank Wende – Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, Germany, PhD.
Shatalov V.V. – General Director of CB «Vympel», Professor

CONTENTS

Section I

Waterways, ports and hydraulic engineering constructions

Vostryakova D.V., Kapustin I.A., Molkov A.A., Ermakov S.A.

Field studies of riverbed and wind flows characteristics in the southern part of the Gorky reservoir 11

Molkov A.A., Kapustin I.A., Ermakov S.A., Leshchev G.V.

Research of the mixing area between Volga river and inflows from Nizhny Novgorod to Kozmodemyansk according to the bbe moldaenke fluorometer data 19

Sitnov A.N., Voronina Y.E.

Estimation of free surface and depths dynamics in downstream of Nizhny Novgorod hydropower complex when constructing the third line of locks or their third stage .. 28

Section II

Shipbuilding, ship repair, and ecological safety of the ship

Zuev V.A., Kalinina N.V., Prokofev S.A.

Use of a rotary-screw propulsion unit for a self-propelled hovercraft ice-breaking platform 41

Fevralskikh A.V.

Numerical investigation of aerodynamic interference of wing in ground effect and power augmented ram on takeoff motion mode 52

Section III

Financial and accounting-analytical problems of the modern economy

Krainova V.V., Upadysheva E.V.

Modern aspects of financial control of the budgetary sphere in terms of compliance with the principle of financial independence of local budgets 63

Skobeleva I.P., Bunakova E.V., Kotov S.A.

Financial and investment potential of integrated corporate structures in Russian water transport 72

Section IV

Economics, logistics and transport management

Veselov G.V., Kuzmichev I.K., Mineev V.I., Novikov A.V.

River fleet modernization in the conditions of investments shortage 89

Kapranov A.V., Korshunov D.A.	
the analysis of the interaction level between the customs authorities and the foreign trade activity participants in the distributed customs control implementation and its improvement recommendations	96
Kegenbekov Z.K., Berdibekova Z.R.	
Comparative analysis of the results of the strategy of the Chinese People's Republic and the Republic of Kazakhstan in the revival of a new silk road	105
Kostrov V.N., Mordovchenkov N.V., Sirotkin A.A.	
Conceptual approach to forwarding competences formation and development	113
Mineev V.I., Sereda A.V.	
Synergetic approach in the economic justification of passenger traffic flow	121
Mosintsev A.V.	
Optimization of the property leasing process as a direction to improve the efficiency of the enterprise activity	128
Radostina E.A., Kostrov V.N., Sukharev D.N., Glotova I.V.	
Logistics of lean production in the system of material and technical supply of Water transport	136
Telegin A.I., Nichiporuk A.O., Goncharova N.V.	
Development of a determination method of cargo transportation safety standard indicators	143
Trukhinova O.L.	
Formation of a system assessment of customer satisfaction in the process of choosing an investment cruise ship	152

Section V

Operation of water transport, navigation and safety of navigation

Vinogradov V.N., Ivanovsky N.V., Goryatchev I.S.	
Synthesis of the vessel traffic control algorithm in specified waters based on the current	165
Lobanov V.A.	
The impact of the ship shape and draught on ices distribution in the zone of its propulsion-steering complex	175
Timoshek E.S., Chuikova S.E.	
Determination of the zone of effective use of transport fleet in the Arctic region on the example of the «marintek» vessel group	184

Section VI

Operation of ship power equipment

Ruban I.N., Bulgakov V.P., Uksusov S.S.	
Stabilization of mechanical properties and dimensions of the internal combustion engine piston made of AlSi12Cu2MgNi (Al25) alloy	195

Раздел I

***Водные пути, порты
и гидротехнические сооружения***



Section I

***Waterways, ports and hydraulic
engineering constructions***



УДК 556.044

*Вострякова Дарья Васильевна, старший лаборант-исследователь
отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН*

*Капустин Иван Александрович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник
отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН,
старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
e-mail: kapustin-i@yandex.ru*

*Мольков Александр Андреевич, к.ф.-м.н., научный сотрудник отдела
радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН,
старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»*

*Ермаков Станислав Александрович, д.ф.-м.н., заведующий отделом
радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, профессор,
заведующий кафедрой ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики
Российской академии наук» (ИПФ РАН)*

603950, г. Нижний Новгород, БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего об-
разования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ
ВО «ВГУВТ»)*

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РУСЛОВОГО И ВЕТРОВОГО ТЕЧЕНИЙ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Ключевые слова: ADCP измерения, характеристики течений, внутренние водоемы,
расход воды, влияние ветра, водовороты, Горьковское водохранилище*

*Аннотация. В работе представлены результаты исследования течений в южной части
Горьковского водохранилища с использованием акустического доплеровского профило-
графа течений (ADCP). Аналогичные работы систематически проводились в акватори-
и водохранилища в 60-80-х годах двадцатого века и полученные ранее данные до сих
пор используются для решения ряда практических задач. Отсутствие свежих данных
по течениям послужило мотивацией к данной работе. В настоящей работе проведены
исследования структуры течений, выявлены ее особенности при относительно малом
расходе через Нижегородскую ГЭС и слабом ветре южного направления. Анализ полу-
ченных данных показал, что структура течений характеризуется существенной неод-
нородностью. В частности, показано образование водоворота, наблюдаемого в верх-
нем слое водоема. При относительно большом расходе воды через ГЭС и ветре север-
ного направления возможные особенности структуры течений, по-видимому, преиму-
щественно определяются батиметрией в пойменной части водохранилища.*

Введение

Гидродинамические течения во внутренних водоемах играют определяющую роль в переносе водных масс, примесей, перемешивании, накоплении донных отложений и создании условий для жизнедеятельности различных организмов. Известно также, что течения и вертикальное перемешивание могут существенно влиять на гидрохимический режим водоема [1, 2]. Со времен строительства первых гидротехнических сооружений на Волге и наполнения водохранилищ начали проводиться и систематические наблюдения за течениями. В частности, как можно заключить из литературы [1–4], в озерной части Горьковского водохранилища такие работы систематически

проводились Волжской гидрометеорологической обсерваторией в 60–80-х годах двадцатого века. В книге [4] описанию течений в водохранилищах посвящена глава, в которой, в частности, дана общая характеристика структуры течений в озерной части Горьковского водохранилища и отмечена его сильная изменчивость под действием различных факторов – в первую очередь, режима регулирования стока Нижегородской гидроэлектростанции (ГЭС) и ветрового воздействия. В настоящее время усредненные суточные данные о расходе через гидроузлы и об уровне водохранилищ доступны на ресурсе [5], поэтому любые наблюдения за скоростями и направлениями течений в заданные дни года могут сопоставляться с этими исходными данными. Отметим высокую важность проведенных ранее исследований, которые являются основополагающими и, по-видимому, из-за отсутствия свежих данных измерений, сложившиеся представления о структуре течений во внутренних водоемах используются для решения ряда практических задач до сих пор (см., например, [3, 6–9]). Настоящая работа является продолжением исследований начатых в [10] и посвящена исследованию структуры течений в южной части Горьковского водохранилища, а также ее изменчивости в зависимости от ветрового воздействия и режима регулирования стока Нижегородской ГЭС.

1. Методика исследований

Ранние измерения течений преимущественно проводились с использованием буйковых станций с самописцами [11]. В настоящей работе измерения проводились с использованием акустического доплеровского профилографа течений ADCP WorkHorse Monitor 1200 kHz (см., например, [12–14]), установленного на маломерном судне. На протяжении дня проводились измерения в южной части Горьковского водохранилища. От г. Городец (яхт-клуба «Белая речка») до реки Санахта в г. Чкаловск было сделано несколько поперечных к направлению основного руслового потока разрезов водохранилища. С использованием ADCP измерялись скорости течения по глубине, начиная с глубины 1 м с интервалом 0,5 м [15]. Для осуществления навигации и последующего построения карт использовались данные GPS-приемника GlobalSat и картплоттера Garmin Echomap 50. Скорость и направление приводного ветра непрерывно измерялись с использованием ультразвукового анемометра WindSonic, установленного на мачте судна.

Для обработки данных ADCP использовались специализированные программы Winriver I (анализ, усреднение и вывод данных), GPS MapEdit 2.1.78.8 (обработка навигационной информации). Проводилось усреднение по 100 полученным на разрезе профилям скорости, соответствующим измерительным зондирующим импульсам ADCP (пингам). Для удобства представления данных и привязки координат и скоростей в разных проекциях, а также дальнейшей работы с ними использовался программный пакет MS Excel (2010), а для построения карт скоростей течений - Surfer 7.0 (13.0.383).

2. Анализ невозмущенных ветром полей течений

В работе получены векторные поля течений, формируемые при относительно большом ($3072 \text{ м}^3/\text{с}$) и малом ($1109 \text{ м}^3/\text{с}$) среднесуточном расходе через ГЭС (Q) [5] (см. рис. 1, 2). На рис. 1 сплошными линиями обозначены треки, на которых производились измерения. Вектора между треками – результат интерполяции данных. На картах нанесены вектора скорости на глубине 4,05 м (рис. 1), на которой, в соответствии с рекомендациями [2] влиянием ветровых эффектов на течения для внутренних водоемов можно пренебречь. Следует отметить, что доступные нам данные о расходе ГЭС являются усредненными за сутки значениями, не учитывающим суточное регулирование стока, которое может оказывать существенное влияние на формирование особенностей структуры течения. В настоящей работе для исключения влияния суточного регулирования на структуру течения рассмотрены случаи существенно различающихся расходов.

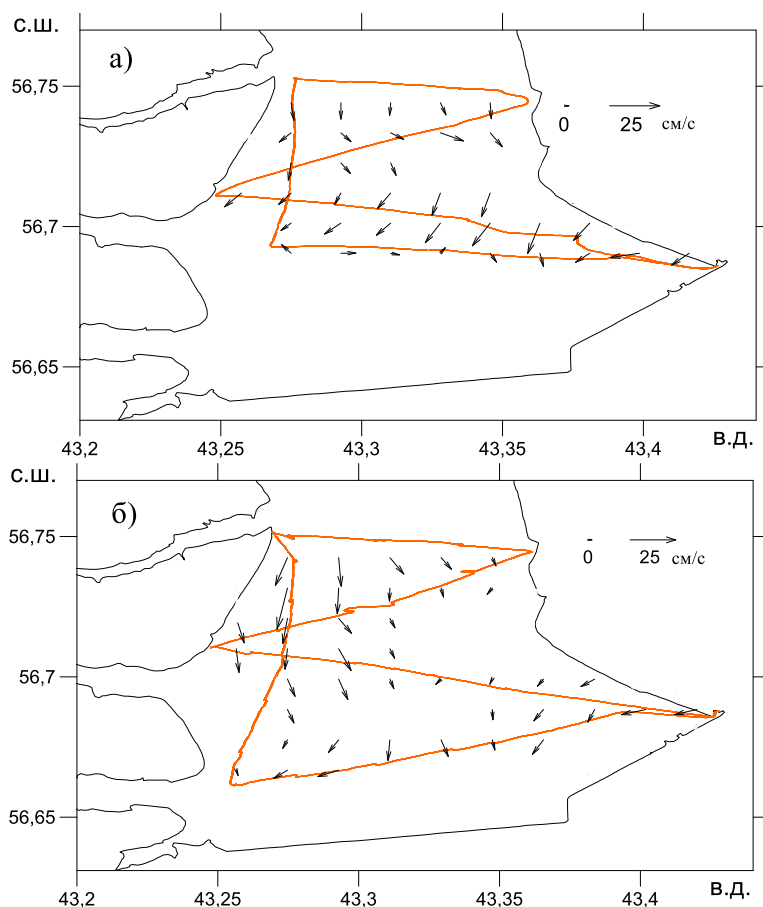


Рис. 1. Векторные поля течений в южной части Горьковского водохранилища на глубине 4,05 м по данным измерений 08 августа 2019 г. $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$ (а) и 15 мая 2018г. $Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$ (б)

Как при малом, так и при большом расходе через ГЭС регистрируется стоковое течение. Скорость течения в старом русле Волги коррелирует со среднесуточным расходом через Нижегородскую ГЭС. При расходе $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$ значительного усиления течения в русле не наблюдается, т.е. средняя скорость течения по руслу примерно равна средней скорости течения в пойме (рис. 1а). При расходе $Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$ скорость течения в русле существенно превышает значения скоростей в пойме (рис. 1б). При расходе $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$ средние скорости в русле и в пойме имеют значения порядка 4–4,5 см/с. При расходе $3072 \text{ м}^3/\text{с}$ скорость в русле больше скорости в пойме в 2,5–2,75 раз: 10–11 см/с и 4–4,3 см/с соответственно.

3. Анализ влияния приводного ветра

На рис. 2 нанесены вектора скорости на верхнем горизонте (глубина 1,05 м), где ветер оказывает существенное влияние на течение. В ходе эксперимента фиксировался ветер со средней за день скоростью ветра $W=1,7\text{--}2 \text{ м/с}$ для обоих экспериментов по данным ультразвукового анемометра. В среднем по акватории водохранилища наблюдался ветер южного направления за 08 августа 2019 ($Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$) и северного за 15 мая 2018 ($Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$).

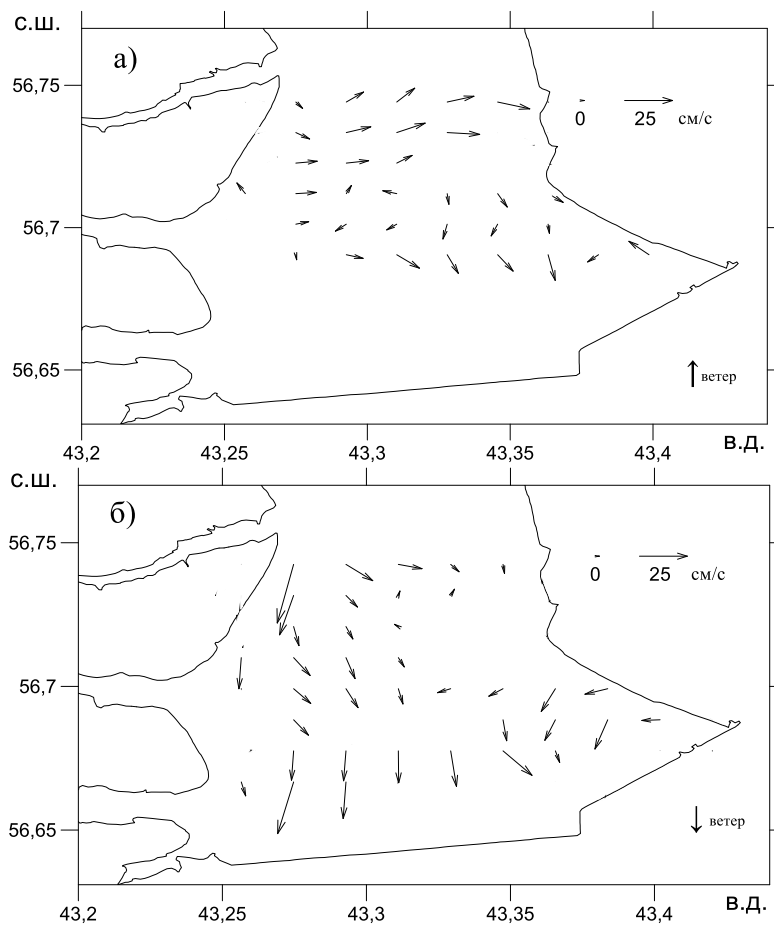


Рис. 2. Векторные поля течений в южной части Горьковского водохранилища на глубине 1,05 м по данным а) за 08 августа 2019 г (расход ГЭС $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$, ветер южный $W=1,7-2 \text{ м/с}$); б) за 15 мая 2018 г ($Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$ ветер северный $W=2 \text{ м/с}$).

При расходе $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$ измеренные скорости в русле и в пойме на глубине 1,05 м варьируют от 3 см/с до 6 см/с. При расходе $3072 \text{ м}^3/\text{с}$ скорость в пойменной части увеличивается до 7 см/с, а средняя скорость в русле остается примерно равной 10,5 см/с. Как можно видеть из сопоставления рис. 1 и 2, на глубинах 1,05 м и 4,05 м есть существенные различия в величине скорости. Вблизи поверхности скорости течения практически везде больше, чем на горизонте 4,05 м.

Сравнение полей течений на рис. 1а и 2а, а также рис. 1б и 2б показывает изменения в направлении течения, связанные с влиянием ветрового дрейфа. Влияние, оказываемое ветром на тонкий приповерхностный слой водоема можно оценить как 3 % от величины вектора скорости ветра [7]. Несмотря на то, что в дни измерений регистрировался относительно слабый ветер, оценки дают значения скоростей ветрового дрейфа соизмеримые со скоростью течения, а именно 5–6 см/с. Учитывая, что вклад ветра в дни проведения измерений был приблизительно одинаковым, можно заключить, что ветер дает более сильный вклад в течение в случае меньшего расхода через ГЭС. Очевидно, что это связано с соизмеримостью величин скорости течения и ветрового дрейфа. Для большего значения расхода скорость течения оказывается больше величины вклада ветра, следовательно, влияние ветра на течение в этом случае более слабое.

Можно заметить, что в случае $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$ на рис. 2а (верхняя часть рисунка ближе к левому берегу) течение в верхнем слое направлено перпендикулярно направлению течения по руслу, в то же время на глубине 4 м рис. 1а скорости направлены в сторону ГЭС. Из-за влияния ветра южного направления локальное течение на глубине порядка 1 м меняет направление на 90 градусов, что может приводить к образованию водоворотов, захватывающих верхний слой водоема.

Наблюдение указанного эффекта в самом верхнем слое водоема можно выполнить, если построить течения, связанные с ветровым дрейфом, в виде поля векторной суммы скорости течения на глубине 4,05 м и трехпроцентного вклада скорости ветра (5 см/с, южного направления). Это показано на рис. 3а. В нижней части карты можно видеть, что ветер в верхнем слое создает течение с юга на север, что и приводит к образованию водоворота у левого берега водохранилища (отмечен на рис. 3а овалом). Полученное таким образом поле течений качественно согласуется с данными измерений на рис. 2а.

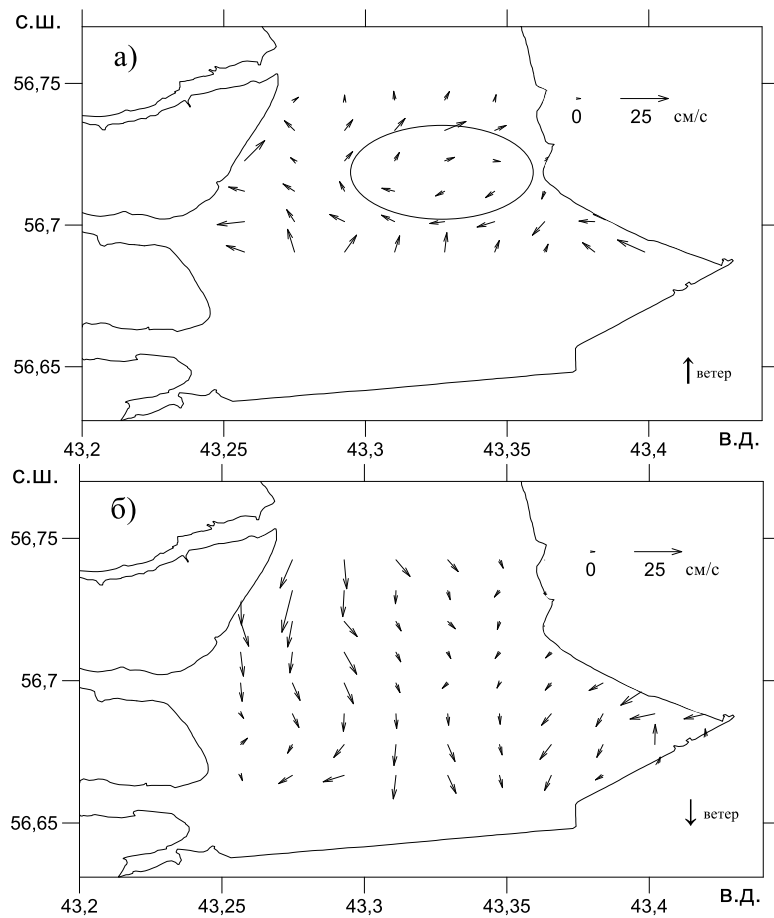


Рис. 3. Векторные поля течений в южной части Горьковского водохранилища в верхнем слое по данным за 08 августа 2019 г. Расход ГЭС $Q=1109 \text{ м}^3/\text{с}$, ветер южный $W=1,7-2 \text{ м/с}$ (а) по данным за 15 мая 2018г. $Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$ ветер северный $W=2 \text{ м/с}$ (б)

Можно заметить, что в случае $Q=3072 \text{ м}^3/\text{с}$ влияние ветра приводит к значительному усилению течения вблизи устья реки Юг (нижняя часть рис. 2б) и вблизи дамбы, что также может способствовать возникновению краевых эффектов, связанных с батиметрией и структурой береговой линии в районе притоков. Однако при построении поля течений, связанных с ветровым дрейфом (рис. 3б) оказалось, что при большом

расходе воды через ГЭС и аналогичного по скорости ветра северного направления водоворотов в верхнем слое не наблюдается, последнее, возможно, связано с недостатком данных измерений ниже по течению вблизи правого берега.

Заключение

Анализ полученных данных по течениям в южной части Горьковского водохранилища показал, что структура течений характеризуется существенной неоднородностью. В условиях слабого приводного ветра южного направления и при небольшом расходе через Нижегородскую ГЭС зарегистрировано формирование водоворота вблизи левого берега водохранилища; водоворот зарегистрирован в самом верхнем слое водоема, отвечающем за формирование особенностей на спутниковых изображениях. При этом в толще воды, на глубинах, слабо подверженных ветровому воздействию, течение носит русловый характер практически по всей южной части водохранилища. В условиях слабого ветра северного направления и относительно большого расхода через ГЭС особенностей в структуре течений в приповерхностном слое водоема не выявлено, но отмечено усиление течения в старом русле реки Волга в несколько раз. Получено, что при больших расходах через ГЭС влияние ветра на структуру течения уменьшается и большую роль на формирование ее особенностей, по-видимому, оказывают батиметрия и особенности береговой линии в областях притоков. Последнее утверждение пока является гипотезой и требует строго экспериментального подтверждения, которое будет получено в ходе дальнейшей обработки данных.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке РГО (проект № 02/2019-Р) и РФФИ проекты 18-45-520004 р_а и 17-05-41095 РГО_а.

Список литературы:

- [1] Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л.: Наука. 1969. 322 с.
- [2] Литвинов А.С. Об измерении течений в водохранилищах самописцами ЕПВ-2р. Труды ин-та биологии внутренних вод АН СССР, 1968, вып.16(19), с. 259–268.
- [3] Экологические проблемы верхней Волги. Отв. ред. А.И. Копылов. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 2001. 427 с.
- [4] Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Л., 1975. 292 с.
- [5] <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer>
- [6] Molkov A.A., Kapustin I.A., Shchegolkov Yu.B., Vodeneeva E.L., Kalashnikov I.N. On correlation between inherent optical properties at 650nm, secchi depth and blue-green algal abundance for the Gorky reservoir *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2018. Т. 11. № 3. С. 26-33.
- [7] Капустин И.А., Ермошкин А.В., Богатов Н.А., Мольков А.А. Об оценке вклада приводного ветра в кинематику сликов на морской поверхности в условиях ограниченных разгонов волнения. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. № 2. С. 163–172.
- [8] *Гидроэкологический режим водохранилищ Подмосковья (наблюдения, диагноз, прогноз)* / В.В. Пуклаков, Ю.С. Даценко, А.В. Гончаров и др. — Перо Москва, 2015. – С. 284.
- [9] Атлас единой глубоководной системы Европейской части РФ. Том 5. Река Волга. От Рыбинского гидроузла (423 км) до Чебоксарского гидроузла (1185 км). С.-Петербург: ФБУ «Администрация «Волго-Балт». 2016. 46 С.
- [10] Капустин И.А., Мольков А.А. Структура течений и глубины в озерной части Горьковского водохранилища. *Метеорология и Гидрология*. 2019. №7. С. 110-117.
- [11] Литвинов А.С. Об измерении течений в водохранилищах самописцами ЕПВ-2р. Труды ин-та биологии внутренних вод АН СССР, 1968, вып.16(19), с.259-268.
- [12] <http://www.teledynemarine.com/adcps/marine-measurements>
- [13] Dinehart R.L., Bura J.R. Repeated surveys by acoustic Doppler current profiler for flow and sediment dynamics in a tidal river // *Journal of Hydrology* Volume 314, Issues 1–4, 2005, P. 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.03.019>

[14] Сабинин К.Д., Серебряный А.Н. Применение акустических доплеровских профилометров течений для изучения пространственной структуры морской среды // Акустический журнал.– 2012.– т.58, № 5.– С.639-648.

[15] Ермаков С.А. и др. Комплексные исследования гидрологии Горьковского водохранилища радиофизическими методами. Предварительные результаты. Препринт № 787. ИПФ РАН. 2009. 24 С.

FIELD STUDIES OF RIVERBED AND WIND FLOWS CHARACTERISTICS IN THE SOUTHERN PART OF THE GORKY RESERVOIR

***Vostryakova Daria V., Senior Laboratory Assistant Researcher of the Department
of Radiophysical Methods in Hydrophysics***

Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences

Kapustin Ivan A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences,

Senior Researcher of the Department of Radiophysical Methods

in Hydrophysics Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences

Senior Researcher of Volga State University of Water Transport

Molkov Alexander A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences,

Researcher of the Department of Radiophysical Methods in Hydrophysics

Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences

Senior Researcher of Volga State University of Water Transport

Ermakov Stanislav A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences,

Head of the Department of Radiophysical Methods in Hydrophysics,

Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences,

Head of the Department of Volga State University of Water Transport

Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences

46, Ulyanov st, Nizhny Novgorod, 603950

Volga State University of Water Transport

5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951

Key words: ADCP measurements, flow characteristics, inland water bodies, water flow, wind effect, whirlpools, Gorky reservoir.

Annotation: The paper presents the results of a study of currents in the southern part of the Gorky reservoir using the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Similar work was systematically carried out in the water area of the reservoir in the 60-80s of the twentieth century and the previously obtained data are still used to solve a number of practical problems. The lack of fresh data on the currents served as the motivation for this work. Study of the flow structure has been carried out. An analysis of the data showed that the structure of the flows is characterized by significant heterogeneity. Features of the flow structure have been identified at the weak south wind conditions and the low water flow through the Nizhny Novgorod hydroelectric station. The formation of the whirlpool observed in the upper layer of the reservoir was shown. Probably the possible features of the flow structure are determined by bathymetry in the floodplain of the reservoir with the relatively large water flow through the hydroelectric station and the north wind conditions.

References:

- [1] Butorin N.V. *Gidrologicheskie processy i dinamika vodnyh mass v vodohranilishchah Volzhskogo kaskada*. L.: Nauka. 1969. 322 s.
- [2] Litvinov A.C. *Ob izmerenii techenij v vodohranilishchah samopiscami EPV-2r*. Trudy in-ta biologii vnutrennih vod AN SSSR, 1968, vyp.16(19), s.259-268.
- [3] *Ekologicheskie problemy verhnjej Volgi*. Otv. red. A.I. Kopylov. Y Aroslav!': Izd-vo YAGTU. 2001. 427 s.
- [4] *Gidrometeorologicheskij rezhim ozer i vodohranilishch SSSR*. Vodohranilishcha Verhnjej Volgi. L., 1975. 292 s.
- [5] <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer>
- [6] Molkov A.A., Kapustin I.A., Shchegolkov Yu.B., Vodeneeva E.L., Kalashnikov I.N. *On correlation between inherent optical properties at 650nm, secchi depth and blue-green algal abundance for the Gorky reservoir* *Fundamental'naya i prikladnaya gidrofizika*. 2018. T. 11. № 3. С. 26-33.
- [7] Kapustin I.A., Ermoshkin A.V., Bogatov N.A., Molkov A.A. *Ob ocenke vklada privodnogo vetra v kinematiku slikov na morskoy poverhnosti v usloviyah ogranichennyh razgonov volneniya. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2019. T. 16. № 2. S. 163–172.
- [8] *Gidroekologicheskij rezhim vodohranilishch Podmoskov'ya (nablyudeniya, diagnoz, prognoz) / V. V. Puklakov, YU. S. Dacenko, A. V. Goncharov i dr. – Pero Moskva, 2015.–S.284.*
- [9] *Atlas edinoj glubokovodnoj sistemy Evropejskoj chasti RF. Tom 5. Reka Volga. Ot Rybinskogo gidrouzla (423 km) do CHEboksarskogo gidrouzla (1185 km)*.S.-Peterburg: FBU «Administraciya «Volgo-Balt». 2016. 46
- [10] S.Kapustin I.A., Molkov A.A. *Struktura techenij i glubiny v ozernoj chasti Gor'kovskogo vodohranilishcha. Meteorologiya i Gidrologiya*. 2019. №7. S. 110-117.
- [11] Litvinov A.C. *Ob izmerenii techenij v vodohranilishchah samopiscami EPV-2r*. Trudy in-ta biologii vnutrennih vod AN SSSR, 1968, vyp.16(19), s.259-268.
- [12] <http://www.teledynmarine.com/adcps/marine-measurements>
- [13] Dinehart R.L., Burau J.R. *Repeated surveys by acoustic Doppler current profiler for flow and sediment dynamics in a tidal river // Journal of Hydrology Volume 314, Issues 1–4, 2005, P. 1-21.* <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.03.019>
- [14] Ermakov S.A. i dr. *Kompleksnye issledovaniya gidrologii Gor'kovskogo vodohranilishcha radiofizicheskimi metodami. Predvaritel'nye rezul'taty*. Preprint № 787. IPF RAN. 2009. 24 S.
- [15] Sabinin K.D., Serebryanyj A.N. *Primenenie akusticheskikh dopplerovskih profilometrov techenij dlya izucheniya prostranstvennoj struktury morskoy sredy // Akusticheskij zhurnal.– 2012.– t.58, № 5.– S.639-648.*

Статья поступила в редакцию 15.11.2019 г.

УДК 556.044

Мольков Александр Андреевич, к.ф.-м.н., научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: a.molkov@inbox.ru

Капустин Иван Александрович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Ермаков Станислав Александрович, д.ф.-м.н., заведующий отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, профессор, заведующий кафедрой ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Лецев Георгий Владимирович, техник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН)

603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОН СМЕШЕНИЯ ВОЛГИ С ЕЕ ПРИТОКАМИ НА УЧАСТКЕ Н.НОВГОРОД–КОЗЬМОДЕМЬЯНСК ПО ДАННЫМ ФЛУОРИМЕТРА VBE MOLDAENKE

Ключевые слова: зона смешения, смешение водных масс, притоки, флуориметрия, флуориметр, зонд, VBE Moldaenke, Волга, Чебоксарское водохранилище

Аннотация: В работе представлены результаты обнаружения и исследования зон смешения реки Волга с наиболее крупными ее притоками (Ока, Кудьма, Керженец, Сундовик, Сура, Ветлуга) на участке от г. Нижний Новгород до г. Козьмодемьянск по данным погружного флуориметра VBE Moldaenke. Построены пространственные распределения и вертикальные профили температуры воды и ее прозрачности, а также концентраций ключевых биооптических характеристик воды: хлорофилла а и окрашенного растворенного органического вещества. На основе анализа полученных данных установлено, что зона смешения рек Волга и Ока прослеживалась наиболее сильно. Зоны смешения рек Волга с другими ее притоками прослеживались менее выразительно и не всегда однозначно. Полученные результаты расширяют имеющиеся представления о наличии зон смешения вод Волги с некоторыми ее притоками в Чебоксарском водохранилище.

Введение

Река Волга – главная водная артерия центральной России, состояние которой находится под пристальным вниманием ученых, экологов и правительства [1–3]. Это связано с обмелением реки, влиянием крупных городов и производственных центров, восстановлением активной сельскохозяйственной деятельности вдоль берегов и другими причинами. Показательными примерами проявления этих факторов на качестве волжской воды являются водохранилища Верхней Волги [4–7]. Их систематический мониторинг проводился с момента заполнения и по 80-е годы прошлого столетия [8, 9]. Большое внимание при этом было уделено развитию фитопланктона [10–13] как важного маркера биопродуктивности воды.

С 2016 года были реализованы ежегодные комплексные исследования качества волжских вод в районе Горьковского и Чебоксарского водохранилищ в рамках гранта Русского Географического общества «Плавающий университет», охватывающие широкий спектр задач из области гидрофизики, гидрохимии, гидробиологии [14–17]. Вместе с тем, одной из актуальных задач исследований является изучение зон смешения Волги с крупными ее притоками. В 2018 были проведены измерения ряда гидрологических характеристик вод реки Волга вблизи устьев впадающих в нее рек Чебоксарского водохранилища – Керженец, Сундовик и Сура, и Горьковского водохранилища – Унжа, Немда, Санахта, Троща и Юг [18–20]. В результате были обнаружены зоны смешения рек Волга, Ока, Керженец, Сундовик, Сура, Унжа, при этом наиболее резкие и стабильные различия наблюдались между водами рек Волга и Ока.

В 2019 году исследования зон смешения Волги с наиболее крупными ее притоками были продолжены на участке от г. Нижний Новгород до г. Козьмодемьянск. Результаты этих исследований представлены в настоящей работе.

Методика измерений и обработки данных

Измерения проводились с борта моторной лодки по мере ее продвижения от г. Козьмодемьянск до г. Нижний Новгород в период с 16 по 18 июля 2019 года. Погода была солнечная с легкими ветрами, кроме ночи с 17 на 18 июля, когда шли интенсивные дожди. На маршруте следования (белая кривая на рис. 1) проводились как непрерывные измерения, так и измерения на станциях во время дрейфа лодки. При движении осуществлялась непрерывная регистрация GPS координат лодки и приповерхностной температуры воды на глубине около 15 см с помощью картплоттера Garmin EchoMap 62cv, тогда как на станциях измерялись вертикальные профили температуры и прозрачности воды, а также концентрации хлорофилла а и окрашенного растворенного органического вещества с помощью погружного флуориметра ВВЕ Moldaenke FluoroProbe II. Станции в количестве 3–6 штук проставлялись вдоль заранее определенных поперечных разрезов Волги и ее притоков (розовые линии на рис. 1). Исходя из метеоусловий, удалось выполнить 36 сечений со средним расстоянием между ними 5 км, включая 138 станций. Вертикальные профили всех характеристик усреднялись по глубинам с шагом 1 м. Данные картплоттера дополнительно не обрабатывались и использовались для построения пространственных распределений температуры воды.

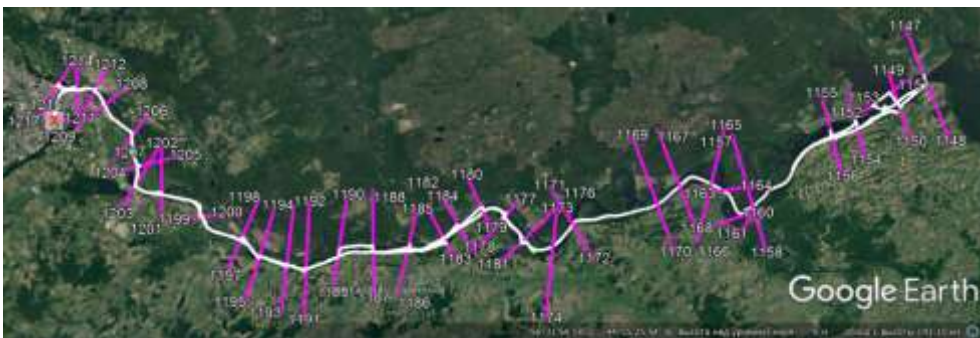


Рис. 1. Карта района измерений: белой линией отмечен маршрут следования лодки, розовыми линиями – сечения, где проводились измерения на станциях

Результаты

Пространственные распределения температуры воды в р. Волга на участке от г. Нижний Новгород до г. Козьмодемьянск, а также вблизи устьев рек Ока, Керженец и Сундовик, Сура и Ветлуга представлены на рис. 2а-д соответственно. Из рис. 2а видно,

что средняя температура воды в Волге увеличивалась вниз по течению, достигая значений 22 градуса вблизи г. Козьмодемьянск против 18 градусов вблизи г. Нижнего Новгород. Особенности этой изменчивости поясняют рис. 2б-д. Так, на начальном участке исследуемой акватории (район №1 на рис. 2а) отчетливо прослеживались два потока воды, волжской и окской с температурами 18 и 20 градусов соответственно. Такая «двухпотоковая» картина с резкой границей прослеживалась на расстоянии порядка 30 км от г. Нижний Новгород вплоть до г. Кстово. При этом окские воды оказывались сильно прижатыми к правому берегу Волги, их характерная ширина не превышала 100–150м.

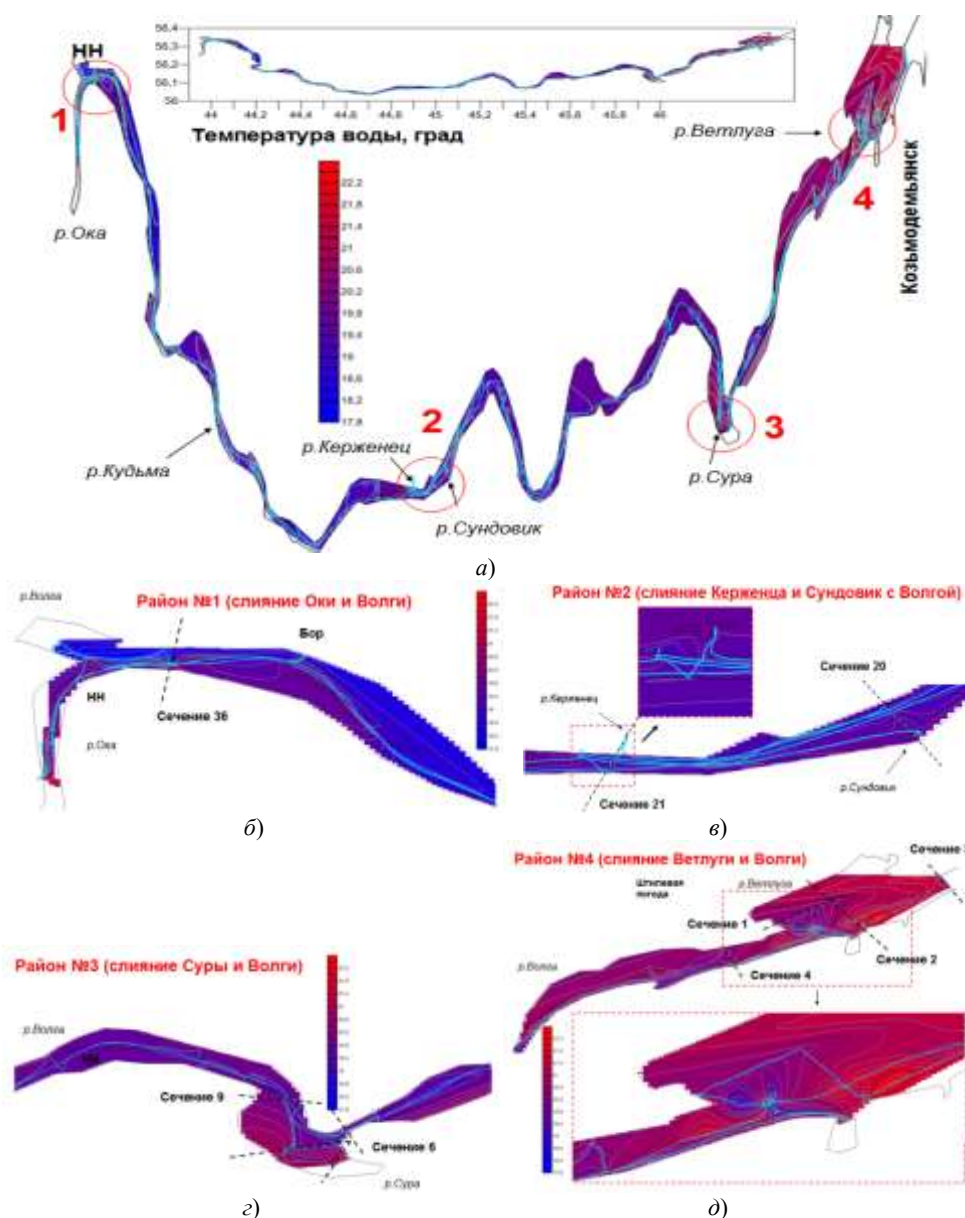


Рис. 2. Пространственные распределения температуры воды в р.Волга на участке от г. Нижний Новгород до г. Козьмодемьянск (а), а также вблизи устьев рек Ока (б), Керженец и Сундовик (в), Сура (г) и Ветлуга (д). Голубой линией отмечен маршрут следования моторной лодки

Ниже г. Кстово выделение окской воды по температуре не прослеживалось, а волжские воды казались квазиоднородными как поперек реки, так и вдоль нее на расстоянии порядка 120 км вниз по течению вплоть до п. Фокино. Стоит отметить, что возможная причина этой квазиоднородности была связана как раз с интенсивными осадками, о которых упоминалось выше. Ниже п. Фокино и до г. Козьмодемьянск, т.е. на расстоянии порядка 50 км, наблюдалось постепенное увеличение температуры волжской воды до 21–22 градусов. Возможно, это связано с перемешиванием с более прогретыми водами в области пойм напротив устья р. Сура.

Наиболее интересные пространственные распределения температуры воды в виде трех «линз» холодной воды (18 градусов) на фоне квазиоднородной теплой воды были обнаружены напротив устья р. Ветлуга (рис. 2д). Их существование может быть связано с особенностями структуры течений в соседствующих мелководных районах, формируемой резко неоднородным рельефом дна (batimетрия района известна по лоциям, а также измерялась в ходе выполнения работ). В результате воздействия этих течений нижние холодные слои волжской воды локально «забрасываются» вверх. Наличие не прогретых волжских вод под поверхностью подтверждают вертикальные профили температуры, полученные на сечениях 1–3. В качестве примера, на рис. 3 представлены два сечения №2 и №3, из которых видно, в области исследований наблюдался верхний прогретый слой толщиной порядка 4 м, ниже которого лежали менее прогретые волжские воды с температурами 18–19 градусов.

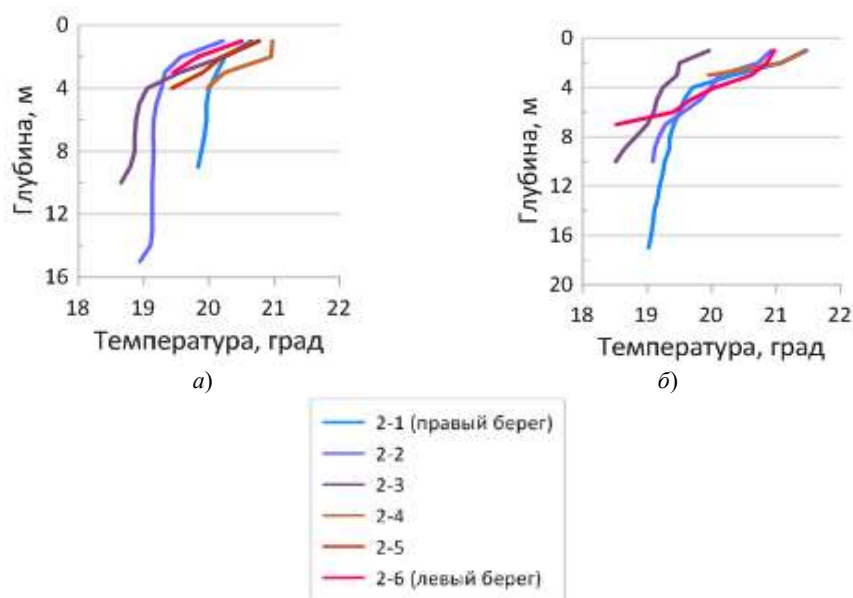
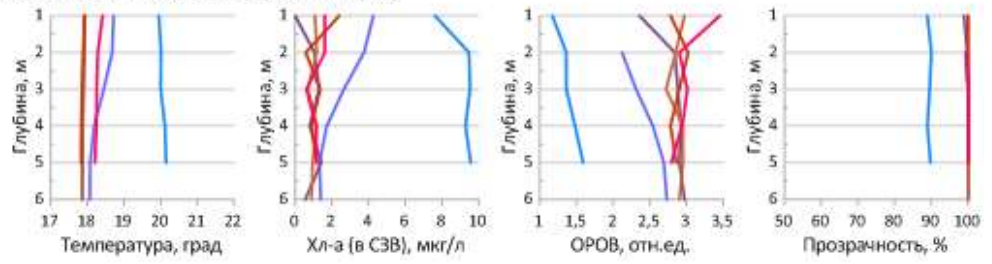


Рис. 3. Вертикальные профили температуры воды на станциях сечения №2 (а) и №3 (б)

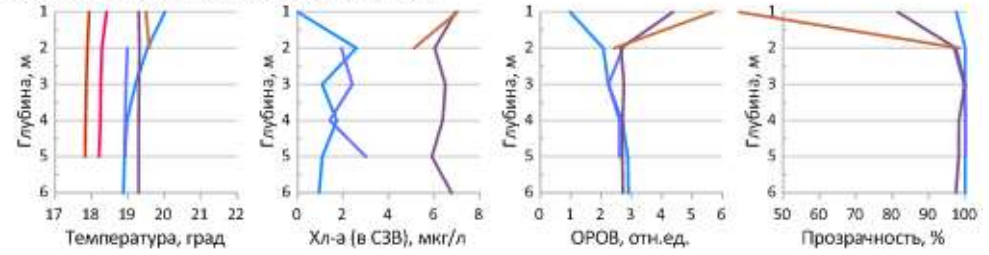
Помимо вертикальных профилей температуры были также построены вертикальные профили хлорофилла а и окрашенного растворенного органического вещества (рис. 4). На основе их анализа отмечено, что в волжских водах средняя концентрация хлорофилла а составляла 1.5 мкг/л и флуктуировала незначительно, при этом в отдельных притоках (например, в Ветлуге, Сура, Сундовике и Оке) наблюдалось увеличение концентраций до 6–7 мкг/л. Вместе с этим наблюдалось понижение прозрачности воды в среднем на 20% в верхнем слое толщиной 2–4 м.

Сечение 36: Волга-Ока (правый берег)



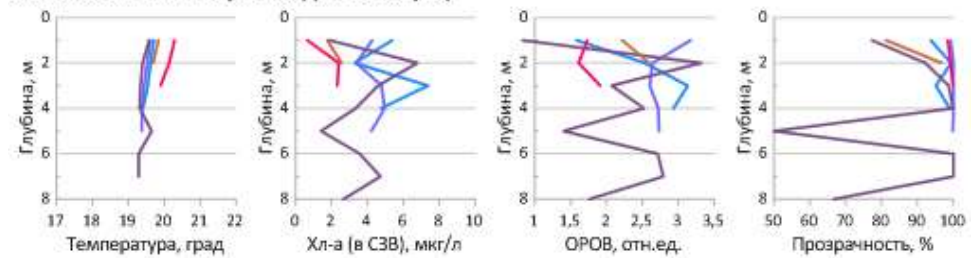
а)

Сечение 27: Волга-Кудьма (правый берег)



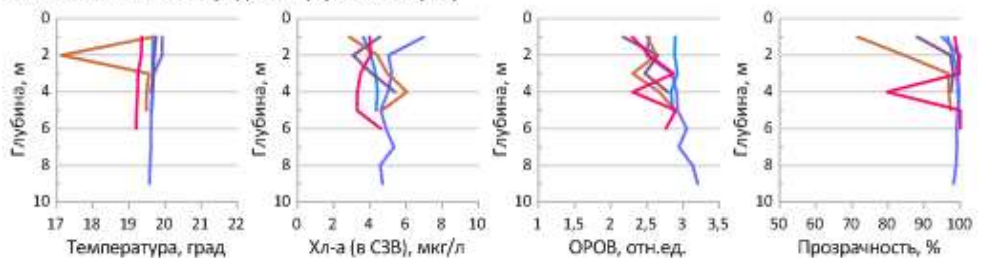
б)

Сечение 21: Волга-Керженец (левый берег)



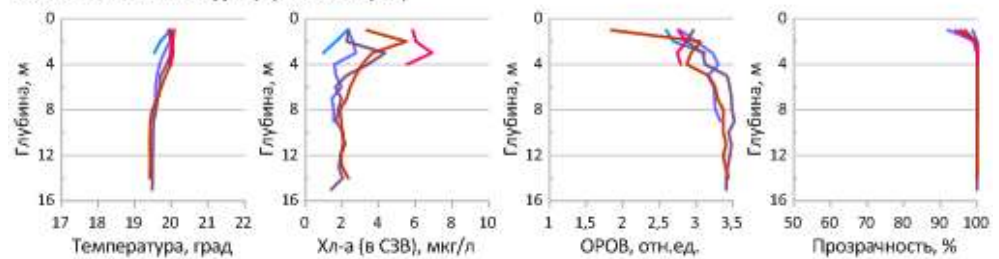
в)

Сечение 20: Волга-Сундовик (правый берег)



г)

Сечение 6: Волга-Сура (правый берег)



д)

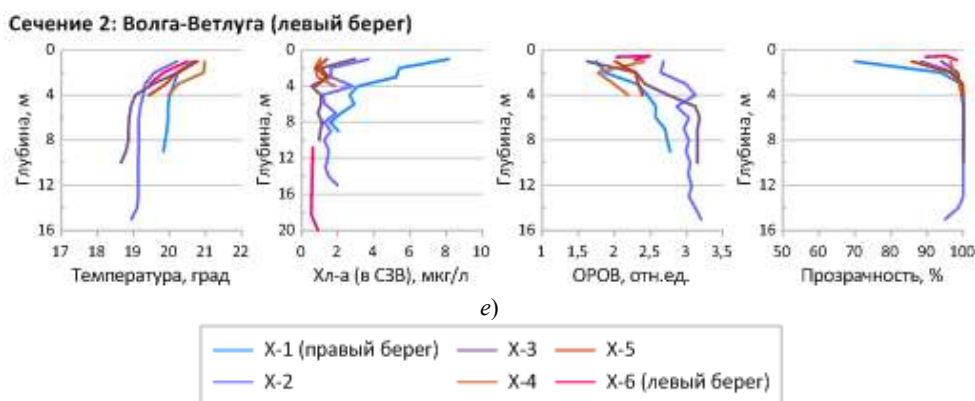


Рис. 4. Вертикальные профили температуры воды (°C), ее прозрачности (%), концентраций хлорофилла а (мкг/л) и окрашенного растворенного органического вещества (отн. ед.) в сечениях Волги ниже устьев рек Ока (а), Кудьма (б), Керженец (в), Сундовик (г), Сура (д), Ветлуга (е)

На основе анализа полученных данных установлено, что зона смешения рек Волга и Ока прослеживалась наиболее сильно, причем на расстояниях порядка 30 км по трем из четырех параметров (температура и прозрачность воды, концентрация хлорофилла а). Зоны смешения рек Волга, Кудьма, Керженец, Сундовик, Сура и Ветлуга прослеживались менее выразительно и не всегда однозначно. Полученные результаты расширяют имеющиеся представления о наличии зон смешения вод Волги с некоторыми ее притоками в Чебоксарском водохранилище.

Работа выполнена при поддержке РГО (проект № 02/2019-Р) и РФФИ (проекты 18-45-520004 р_а).

Список литературы:

- [1] Bolgov M.V., Demin A.P. Water-Management and Environmental Problems of the Lower Volga and Ways to Their Solution //Water resources. – 2018. – Т. 45. – №. 2. – С. 297–305.
- [2] Moiseenko T.I., Gashkina N.A., Sharova Y.N. Volga River: Pollution, water quality, toxic contamination and fish health //River Ecosystems: Dynamics, Management and Conservation; Elliot, HS, Martin, LE, Eds. – 2011. – С. 150–180.
- [3] Volga River being poisoned by pollution. The Time (Newspaper). Режим доступа: <https://www.thetimes.co.uk/article/volga-river-being-poisoned-by-pollution-8606ljzlv> Дата обращения: 05.03.2019)
- [4] Сытина Т.Ф., Сытина Н.А. Изучение влияния Чебоксарского водохранилища на природу прилегающих территорий //Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы. – 2016. – С. 77–82.
- [5] Харламова Е.Н. и др. О влиянии Чебоксарского водохранилища на здоровье населения в прибрежной зоне/ Харламова Е.Н., Куликова А.З., Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Русскова А.Н., Крылицына Е.А. //Редакционный совет. – 2016. – Т. 13. – С. 507.
- [6] Зелди И.П., Васина Е.М. Чебоксарское водохранилище: антропогенное загрязнение и связанные с ним проблемы // Пятая международная научная школа «Наука и инновации – 2010» ISS «SI-2010». – 2010. – Т. 18. – С. 320.
- [7] Альгешкина О.А., Лукин П.М., Эндюсский П.Н. Загрязнения акватории Чебоксарского водохранилища тяжелыми металлами //Международный информационно-экологический парламент. – 2006. – С. 202–203.
- [8] Викулина, З.А., Знаменский, В.А. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Гидрометеоздат. Ленинград. 1975.
- [9] Буторин, Н. В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. – 1969. – 321 с.
- [10] Охупкин А.Г. и др. Фитопланктон Горьковского водохранилища/ Охупкин, А. Г., Микульчик, И. А., Корнева, Л. Г., Минеева, Н. М. //Тольятти: ИЭВБ РАН. – 1997.– 156 с.

- [11] Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ // Федеральное государственное унитарное предприятие Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Наука, 2004. – 156 с.
- [12] Минеева Н.М. Первичная продукция планктона в водохранилищах Волги – Ярославль: Принтхаус, 2007. – 279 с.
- [13] Корнева Л.Г., Соловьева В.В. Структура и распределение фитопланктона в водохранилищах Волги // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки природных вод; ЯГТУ: Ярославль, Россия, 1996.
- [14] Капустин И.А., Мольков А.А. Структура течений и глубины в озерной части Горьковского водохранилища // Метеорология и гидрология. – 2019. – №7. – С.110-117.
- [15] Ерина О.Н. и др. Влияние гидрометеорологических условий на гидроэкологическое состояние речного участка Чебоксарского водохранилища / Ерина, О.Н., Терешина, М.А., Колий, В.М., Вилымович, Е.А., Соколов Д.И. // Вестник ВГАВТ. – 2018. – №57. – С. 26-38.[16] Шурганова, Г.В. и др. Пространственное распределение сообществ зоопланктона речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки (по данным 2018 года) / Г.В. Шурганова, В.С. Жихарев, Д.Е. Гаврилко, Т.В. Золотарева, Д.С. Ручкин // Проблемы экологии Волжского бассейна. – 2018. – Вып. 1. – Режим доступа: http://xn----7kcgqcbassog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco15.pdf
- [17] Смирнова (Игонина), М.В. и др. Гидроэкологические исследования участков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ с притоками в летний период 2017 года / М.В. Смирнова (Игонина), Е.Ю. Чебан, Е.В. Володченко, Е.Ю. Бердникова, Е.С. Солина // Вестник ВГАВТ. – 2017. – №53. – С. 98–108.
- [18] Мольков А.А. и др. Исследование гидрооптических характеристик вод в зонах смешения крупных притоков Волги в Горьковском и Чебоксарском водохранилищах / А.А. Мольков, Г.В. Лещев, И.А. Капустин, С.А. Ермаков // Проблемы экологии Волжского бассейна. – 2018. – Вып. 1. – Режим доступа: http://xn----7kcgqcbassog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco12.pdf
- [19] Ермаков С.А. и др. Исследование зоны смешения речных потоков: измерения 'in situ' спутниковые наблюдения / С.А. Ермаков, А.А. Мольков, М.В. Смирнова, И.А. Капустин, Т.Н. Лазарева, И.А. Сергиевская, Г.В. Лещев, О.А. Даниличева //Сборник тезисов докладов шестнадцатой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – 2018. – С. 261–261.
- [20] Смирнова М.В. и др. Распределение примесей в зоне смешения рек Волги и Оки. / М.В. Смирнова, И.А. Капустин, В.С. Глухова, А.Д. Носова, С.А. Ермаков, А.А. Мольков, Е.Ю. Чебан // Проблемы экологии Волжского бассейна. – 2018. – Вып. 1. – Режим доступа: http://xn----7kcgqcbassog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco13.pdf

RESEARCH OF THE MIXING AREA BETWEEN VOLGA RIVER AND INFLOWS FROM NIZHNY NOVGOROD TO KOZMODEMYANSK ACCORDING TO THE BBE MOLDAENKE FLUOROMETER DATA

*Molkov Alexander A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Researcher of the Department of Radiophysical Methods in Hydrophysics
Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences*

Senior Researcher of Volga State University of Water Transport

*Kapustin Ivan A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Senior Researcher of the Department of Radiophysical Methods in Hydrophysics
Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences*

Senior Researcher of Volga State University of Water Transport

*Ermakov Stanislav A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Head of the Department of Radiophysical Methods in Hydrophysics,
Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences,*

Head of the Department of Volga State University of Water Transport

*Leshchev George V., Maintenance engineer of the Department
of Radiophysical Methods in Hydrophysics,
Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences*

Institute of Applied Physics Russian Academy of Sciences
 46, Ulyanov st, Nizhny Novgorod, 603950
Volga State University of Water Transport
 5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951

Key words: *mixing zone, mixing of water masses, inflows, fluorometry, fluorometer, BBE Moldaenke, Volga River, Cheboksary reservoir*

The results of the detection and research of the mixing zones between the Volga River and its largest inflows (Oka, Kudma, Kerzhenets, Sundovik, Sura, Vetluga) in the region from Nizhny Novgorod to Kozmodemyansk according to the data of the BBE Moldaenke submersible fluorometer are presented in this paper. Spatial distributions and vertical profiles of water temperature and its transparency, as well as concentrations of key bio-optical characteristics of water like chlorophyll a and colored dissolved organic matter are investigated. Based on the obtained data, it was found that the mixing zone of the Volga and Oka rivers was traced most strongly. The mixing zones of the Volga River with other inflows were traced less expressively and not always clearly. The obtained results expand the existing understanding of mixing zones of the Volga waters with general inflows in the Cheboksary reservoir.

References:

- [1] Bolgov, M. V., Demin, A. P. Water-Management and Environmental Problems of the Lower Volga and Ways to Their Solution //Water resources. – 2018. – Т. 45. – №. 2. – С. 297-305.
- [2] Moiseenko, T. I., Gashkina, N. A., Sharova, Y. N. Volga River: Pollution, water quality, toxic contamination and fish health //River Ecosystems: Dynamics, Management and Conservation; Elliot, HS, Martin, LE, Eds. – 2011. – С. 150-180.
- [3] Volga River being poisoned by pollution. The Time (Newspaper). Available at: <https://www.thetimes.co.uk/article/volga-river-being-poisoned-by-pollution-8606ljzlv>. Accessed on: 05.03.2019).
- [4] Sytina, T. F., Sytina, N. A. Study of the influence of the Cheboksary reservoir on the nature of adjacent territories // Regional'nyye geograficheskiye i ekologicheskiye issledovaniya: aktual'nyye problemy. – 2016. – P. 77-82.
- [5] Kharlamova, E.N. et al. On the impact of the Cheboksary reservoir on the health of the population in the coastal zone / Kharlamova, E.N., Kulikova, A.Z., Meshkov, N.A., Valtseva, E.A., Russkova, A.N., Krylitsyna, E.A.// Redaktsionnyy sovet. – 2016. – Vol. 13. – P. 507.
- [6] Zeldi, I.P., Vasina, E.M. Cheboksary reservoir: anthropogenic pollution and related problems // Pyataya mezhdunarodnaya nauchnaya shkola «Nauka i innovatsii – 2010». – 2010. – Vol. 18. – P. 320.
- [7] Algeshkina, O.A., Lukin, P.M., Endyukin, P.N. Heavy metal pollution in the water area of the Cheboksary reservoir // Mezhdunarodnyy informatsionno-ekologicheskiy parlament. – 2006. – P. 202-203.
- [8] Vikulina, Z.A., Znamensky, V.A. Hydrometeorological regime of lakes and reservoirs of the USSR. Gidrometeoizdat. Leningrad. 1975.
- [9] Butorin, N.V. Hydrological processes and dynamics of water masses in the reservoirs of the Volga cascade. – 1969. – 321 p.
- [10] Okhapkin, A.G. et al. Phytoplankton of the Gorky reservoir / Okhapkin, A.G., Mikulchik, I.A., Korneva, L.G., Mineeva, N.M. // Tol'yatti: IEVB RAN. – 1997. – 156 p.
- [11] Mineeva, N. M. Plant pigments in the water of the Volga reservoirs // Federal'noye gosudarstvennoye unitarnoye predpriyatiye Akademicheskiiy nauchno-izdatel'skiy, proizvodstvenno-poligraficheskiiy i knigorasprostranitel'skiy tsentr Nauka, 2004. – 156 p.[12] Mineeva, N. M. Primary production of plankton in the Volga reservoirs – Yaroslavl': Printkhaus, 2007. – 279 p.
- [13] Korneva, L.G.; Solov'eva, V.V. Phytoplankton Structure and Distribution in Volga Reservoirs // Ecological-Physiological Studies of Algae and Their Significance for Natural Water Assessment. YaGTU: Yaroslavl, Russia, 1996.
- [14] Kapustin, I.A., Molkov, A.A. The structure of currents and depths in the lake part of the Gorky reservoir // Meteorologiya i gidrologiya. – 2019. – №7. – P.110-117.
- [15] Erina, O.N. et al. Influence of hydrometeorological conditions on the hydroecological state of the river section of the Cheboksary reservoir / Erina, O.N., Tereshina, M.A., Koliy, V.M., Vilimovich, E.A., Sokolov D.I.// Vestnik VGAVT. – 2018. – №57. – P. 26-38.

- [16] Shurganova, G.V. et al. Spatial distribution of zooplankton communities in the river part of the Cheboksary reservoir and the estuary of the Oka River (according to 2018)/ G.V. Shurganova, V.S. Zhikharev, D.E. Gavrilko, T.V. Zolotareva, D.S. Ruchkin // Problemy ekologii Volzhskogo basseyna. – 2018. – Vol. 1. – Available at: http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco15.pdf
- [17] Smirnova (Igonina), M.V. et al. Hydroecological studies of the Gorky and Cheboksary reservoirs with tributaries in the summer of 2017 / M.V. Smirnova (Igonina), E.Yu. Cheban, E.V. Volodchenko, E.Yu. Berdnikova, E.S. Solina // Vestnik VGAVT. – 2017. – №53. – P. 98-108.
- [18] Molkov A.A et al. Research of hydro-optical characteristics of waters in the mixing zones of large inflows of the Volga river in the Gorky and Cheboksary reservoirs / Molkov A.A., Leshev G.V., Kapustin I.A., Ermakov S.A. // Problemy ekologii Volzhskogo basseyna. – 2018. – Vol. 1. – Available at: http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco12.pdf
- [19] Ermakov S.A. et al. Investigation of the mixing zone of river flows: in situ measurements and satellite observations / Ermakov S.A., Molkov A.A., Smirnova M.V., Kapustin I.A., Lazareva T.N., Sergievskaya I.A., Leshchev G.V., Danilicheva O.A. // Sbornik tezisov dokladov shestnadtsatoy Vserossiyskoy otkrytoy konferentsii «Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa». – 2018. – P. 261-261.
- [20] Smirnova M.V. et al. The distribution of impurities in the mixing zone of the rivers Volga and Oka / M.V. Smirnova, I. A. Kapustin, V. S. Glukhova, A. D. Nosova, S. A. Ermakov, A. A. Molkov, E.Yu. Cheban// // Problemy ekologii Volzhskogo basseyna. – 2018. – Vol. 1. – Available at: http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--p1ai/ECO/2018/PDF_ECO/eco13.pdf

Статья поступила в редакцию 14.11.2019 г.

УДК 627.423:627.8

Ситнов Александр Николаевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой водных путей и гидросооружений ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: stnv1952@rambler.ru
Воронина Юлия Евгеньевна, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: yulez@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ГЛУБИН В НИЖНЕМ БЬЕФЕ НИЖЕГОРОДСКОГО ГИДРОУЗЛА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ТРЕТЬЕЙ НИТКИ ШЛЮЗОВ ИЛИ ИХ ТРЕТЬЕЙ СТУПЕНИ

Ключевые слова: посадка уровня воды, дноуглубление, третья нитка шлюзов, гидравлически допустимая глубина, канализирование русла

Судоходные шлюзы Нижегородского гидроузла и участок Городец – Нижний Новгород лимитируют судоходство на Единой Глубоководной Системе (ЕГС). Большое влияние на посадку уровней воды в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС оказали дноуглубительные работы, производимые с 1970-х для поддержания проектной глубины. Решение проблемы малых глубин на участке и прохождение судами Городецких шлюзов возможно путем строительства низконапорного гидроузла в районе Б. Козино. Для оценки влияния строительства третьей нитки судоходного шлюза как другого, предлагаемого рядом авторов варианта решения проблемы, выполнены гидравлические расчеты поведения свободной поверхности воды на участке и связанные с ней глубины. Движение потока воды в русле реки описывалось системой дифференциальных уравнений движения. В результате проведенных расчетов получено, что кривая свободной поверхности при расходах в интервале 800–1500 м³/с не достигает положения кривой при проектном уровне. Это говорит о необеспеченности проектной судоходной глубины на участке. Альтернативные варианты низконапорному гидроузлу в виде третьей нитки Городецких шлюзов или третьей ступени в подходящем канале не обеспечат требуемую судоходную глубину. Русло нижнего бьефа будет кардинально деформировано, а дополнительные объемы дноуглубительных работ на участке нижнего бьефа повлекут посадку уровней воды на порогах существующих шлюзов № 15–16 и на самом участке.

В настоящее время участок р. Волга от створа Нижегородского гидроузла до г. Нижний Новгород имеет серьезную проблему, связанную с лимитирующими глубинами на участке и порогах шлюзов № 15, 16 Нижегородского гидроузла. Проблема со временем усугубляется и грозит прервать сквозное судоходство на Волге, разорвав его на северную и южную части.

В современных условиях водный режим нижнего бьефа Нижегородской ГЭС определяется сбросными расходами с ГЭС. Боковая приточность на участке от плотины Нижегородского гидроузла до створа проектируемого низконапорного гидроузла составляет менее 1% от величины сбросных расходов и, соответственно, не оказывает заметного влияния на водный режим участка.

Горьковское водохранилище осуществляет регулирование стока р. Волга совместно с вышележащим Рыбинским водохранилищем. Режим работы водохранилищ регламентируется «Основными правилами использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге».

Регулирование стока р. Волга водохранилищами привело к заметным изменениям его внутригодового распределения, при которых прослеживается снижение объемов

половодий и увеличение объема стока в период межени. Так, по сравнению с естественным режимом, сток весеннего половодья (апрель-июнь) в нижнем бьефе Нижегородского гидроузла уменьшился на 15%, сток летнее-осенней межени (июль – ноябрь) увеличился на 10–25%, сток зимней межени (декабрь-март) увеличился в два раза [1].

За период совместной (с 1957 г.) эксплуатации Рыбинского и Горьковского водохранилищ максимальные расходы воды в нижнем бьефе Нижегородского гидроузла регистрировались в интервале от 1860 м³/с (1964 г.) до 7550 м³/с (1966 г.). Средний максимальный расход воды составляет 4950 м³/с. Максимальные сбросные расходы приходятся на начало мая.

В период навигационной межени расходы воды в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС изменялись от 753 м³/с (август 1973 г) до 6160 м³/с (ноябрь 2012 г), средний сбросной расход составил 1300 м³/с.

Суточное и недельное регулирование мощности Нижегородской ГЭС обуславливает неравномерность сбросных расходов в нижний бьеф гидроузла в меженный период. Расходы попусков Нижегородской ГЭС в течение рабочих суток обычно меняются от 500 до 2500–3000 м³/с. В выходные и праздничные дни максимальные сбросы снижаются.

Создание Нижегородского (Горьковского) гидроузла (1956 г.) и наполнение Чебоксарского водохранилища до отметки 63,0 мБС вместо проектной отметки подпорного уровня 68,0 мБС, привело к необратимой деформации русла р.Волга в нижнем бьефе гидроузла, что связано в первую очередь с глубинной эрозией и понижением отметок дна. За годы эксплуатации ГЭС оно понизилось на 1,35 м у Городца и 0,85 м у Балахны. Подобная ситуация с русловыми процессами и водным режимом нижних бьефов отмечается во многих работах [2–6, 9–13].

Существенное влияние на посадку уровней воды в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС оказали дноуглубительные работы, производимые с 1970-х для поддержания проектной глубины (рис. 1).

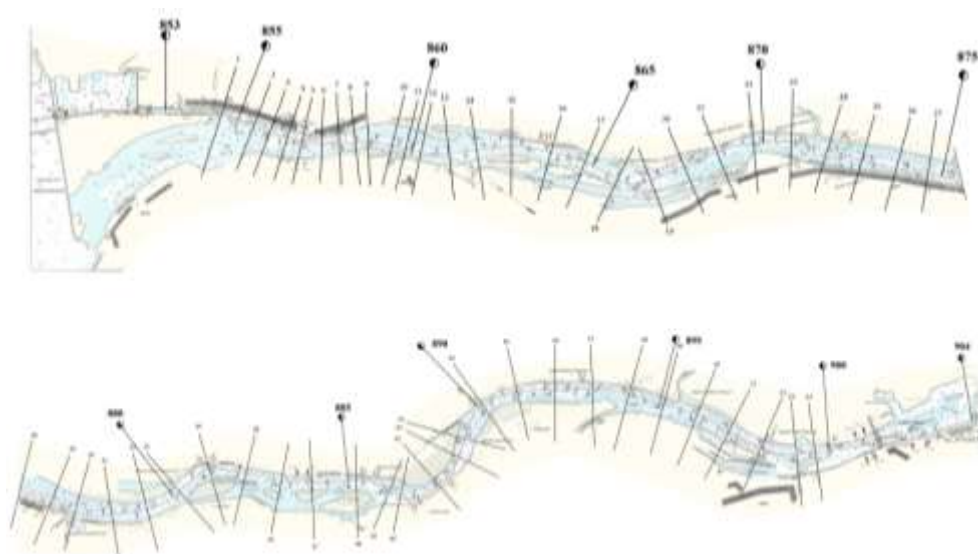


Рис. 1. Схема участка нижнего бьефа Нижегородской ГЭС

Дноуглубительные работы на перекатах от Балахны до Нижнего Новгорода позволили достичь судоходной глубины на этом участке 3,5 м и одновременно спровоцировали посадку уровней на вышележащем участке до Городца вследствие истощения гидравлически допустимой глубины.

Эрозионные деформации и дноуглубительные работы изменили русло, по сути произведя его канализование, что повлияло на геометрические и гидравлические параметры русла и судоходные условия.

Предлагалось многоподходов крешению судоходной проблемы и после многолетних поисков и обсуждений различных вариантов выхода из сложившейся ситуации предложено решение путем строительства низконапорного гидроузла в районе поселка Большое Козино (890,5 км судового хода). Оно принято на правительственном уровне, вошло в стратегические документы развития водного транспорта и в настоящее время ведется проектирование гидроузла.

В числе основных альтернативных вариантов низконапорному гидроузлу несколько десятилетий рассматривался вариант строительства третьей нитки (третьей ступени) Городецких шлюзов, который до сих пор его авторами не снимается с повестки дня и оценивается как менее затратный и более экологичный [11]. Поэтому нами для оценки последствий решения судоходной проблемы возведением третьей нитки или третьей ступени Городецких шлюзов выполнены гидравлические расчеты поведения свободной поверхности воды на участке и связанные с ней глубины.

Гидравлические расчеты выполнены на ПК по программе «Пережат», позволяющей определить посадку уровня воды в реке на рассматриваемом участке при устройстве дноуглубительной прорези и прохождении расчетного расхода воды.

В основу расчета кривой свободной поверхности (КСП) положены следующие предпосылки и математические зависимости. Движение потока воды в реке считается установившимся. Русло реки не размывается потоком воды и не деформируется, движение потока воды в русле реки описывается системой дифференциальных уравнений движения [8]:

$$\frac{dZ}{dl} - \frac{U^2}{C^2 R} - \frac{1 + \xi}{2g} \frac{\delta U^2}{\delta l} = 0. \quad (1)$$

и неразрывности:

$$Q = B \cdot U \cdot h, \quad (2)$$

где

Z – отметка кривой свободной поверхности, м;

l – продольная координата, м;

U – скорость течения воды, м/с;

h – средняя глубина потока воды в сечении, м;

Q – расход воды, м³/с;

B – ширина реки по зеркалу воды, м;

g – ускорение свободного падения, м²/с²;

ξ – коэффициент местных сопротивлений;

C – коэффициент Шези, определяемый по формуле Маннинга:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \quad (3)$$

где n – коэффициент шероховатости русла;

R – гидравлический радиус, м.

$$\xi = \frac{\left[\frac{U_1}{U_2} - 1 \right]^2}{1 - \left[\frac{U_1}{U_2} \right]^2}, \quad (4)$$

где U_1 и U_2 – средние скорости течения соответственно в верхнем и нижнем сечениях расчетного участка, в пределах которого произошло расширение потока, м/с.

На участках сжатия и равномерного движения потока величина коэффициента местных сопротивлений принимается равной нулю:

$$\xi=0. \quad (5)$$

$$n_i = \frac{B_{cp} h_{cp}^{5/3}}{Q} \sqrt{\frac{\Delta Z - (1 + \xi) \frac{\Delta U^2}{2g}}{\Delta l_i}}, \quad (6)$$

где B_{cp} и h_{cp} – осредненные по длине участка Δl_i значения ширины и средней глубины потока воды в расчетных сечениях;

$\frac{\Delta U^2}{2g}$ – приращение кинетической энергии на участке;

ΔZ – падение КСП на участке.

Если данных о положении КСП нет, то задаются отметки уровня воды в начале и в конце участка реки и определяется средняя величина коэффициента шероховатости русла для всего рассматриваемого участка.

При расчете КСП в русле с прорезью величина коэффициента шероховатости русла принимается равной коэффициенту шероховатости русла без прорези.

Решение системы уравнений (1–6) осуществляется численно методом конечных разностей.

Уравнение (1) в конечных разностях можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \Delta Z_{i+1} = \Delta Z_i + & \frac{2 \cdot n_i^2 \cdot Q^2 \cdot \left(\frac{1}{B_i \cdot h_i} + \frac{1}{B_{i+1} \cdot h_{i+1}} \right)^2}{\left(h_i^{1/6} + h_{i+1}^{1/6} \right) \cdot (h_i + h_{i+1})} \cdot \Delta l_i + \\ & + \frac{(1 + \xi) \cdot Q^2}{2g} \left[\frac{1}{(B_i \cdot h_i)^2} - \frac{1}{(B_{i+1} \cdot h_{i+1})^2} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

Процесс вычисления отметок уровня воды КСП в поперечных сечениях выполняется следующим образом.

В первом приближении задаются координаты кривой свободной поверхности на рассматриваемом участке реки. Определяются все расчетные параметры русла. Далее путем последовательных приближений с использованием метода Зейделя [4] выполняется расчет кривой свободной поверхности при прохождении расчетного расхода по уравнению (7). На каждой ступени итерационного процесса при некотором промежуточном положении КСП корректируются характеристики русла (ширина, средняя глубина) в расчетных сечениях и выполняется следующая итерация.

Итерационный процесс вычисления отметок КСП продолжается до тех пор, пока не выполнится условие заданной точности расчета в каждом сечении:

$$\max(Z_i^{j+1} - Z_i^j) \leq \varepsilon, \quad (8)$$

где j – порядковый номер итерации;

Z_i – расчетная отметка уровня воды в i -м сечении;

ε – заданная величина точности расчета ($\varepsilon = 0,001 \text{ м}$).

В случае невыполнения условия (8) число итераций ограничивается значением $j = 1000$ с выдачей предупреждения: «Решение расходится».

При наличии фактических данных о положении кривой свободной поверхности программа производит сравнение расчетных и фактических координат кривой

свободной поверхности. Эта операция производится с целью корректировки коэффициента шероховатости русла и установления его величины, соответствующей фактическим условиям [7]. Итерационный процесс при корректировке величины коэффициента шероховатости русла завершается при установлении минимальных (в пределах точности измерения уровней воды в полевых условиях) расхождений между расчетными и фактическими уровнями воды в расчетных сечениях.

Посадка уровня воды при дноуглублении (устройстве прорези) определяется по формуле:

$$\Delta Z_i = Z_{pi} - Z_{ri}, \quad (9)$$

где Z_{pi} – отметка проектного уровня воды в i -м расчетном створе;

Z_{ri} – отметка расчетного уровня воды в i -м расчетном створе после устройства прорези.

Отметки проектного уровня воды должны быть известны, отметки расчетного уровня воды после разработки прорези вычисляются.

Для определения отметок кривой свободной поверхности в расчетных створах после разработки прорези требуется информация о рельефе дна в месте расположения прорези, ширине и гарантированной глубине судового хода, вычисляется отметка дна прорези, площадь ее поперечного сечения и производится расчет кривой свободной поверхности при возросшей площади живого сечения русла. Коэффициент шероховатости русла, установленный для бытовых условий, не корректируется. Результаты расчета выдаются в табличной форме.

В состав исходных данных гидравлических расчетов входят следующие их виды:

- а) план русла в изобатах с нанесенными на нем расчетными сечениями;
- б) расходы воды на всем протяжении рассматриваемого участка реки;
- в) отметки кривой свободной поверхности на концах рассматриваемого участка реки или данные мгновенной связки уровней на этом участке.

В качестве исходного планового материала для выяснения конфигураций поперечных сечений русла и определения расстояний между ними был использован план съемки, выполненный изыскательской партией Нижегородского района водных путей и судоходства.

Расчетный участок Волги общей протяженностью 45,1 км был разбит 54-я сечениями на отдельные участки различной длины. Нумерация сечений производилась сверху вниз по течению, начальное сечение №54 расположено на 899,6 км (у г.п. «Сормово»), а №1 – в створе разветвления русла у подходного канала Городецких шлюзов на 854,5 км основного судового хода (см. рис. 1).

При расчетах с учетом отсутствия на рассматриваемом участке крупных притоков, расход на которых превышал бы 1% от расхода основного водотока, приняты постоянные расходы в интервале 800–1500 м³/с с шагом 100 м³/с, определяемые режимом работы Нижегородской ГЭС.

По рассмотренной выше методике произведены расчеты положения свободной поверхности воды в нижнем бьефе на участке 854,5–899,6 км по оси судового хода при указанных расходах воды через Нижегородский гидроузел и отметке порога шлюзов №15–16, равной 64,0 мБС. На рис. 2 приведено положение кривой свободной поверхности воды (без учета посадки уровня воды). Как видно из полученных данных, кривая свободной поверхности при рассмотренных расходах не достигает положения кривой при проектном уровне, что говорит о необеспеченности проектной судоходной глубины на участке.

На посадку уровня воды большое влияние оказывает состояние русла и достижение гидравлически допустимой глубины, природа которой пояснена ниже.

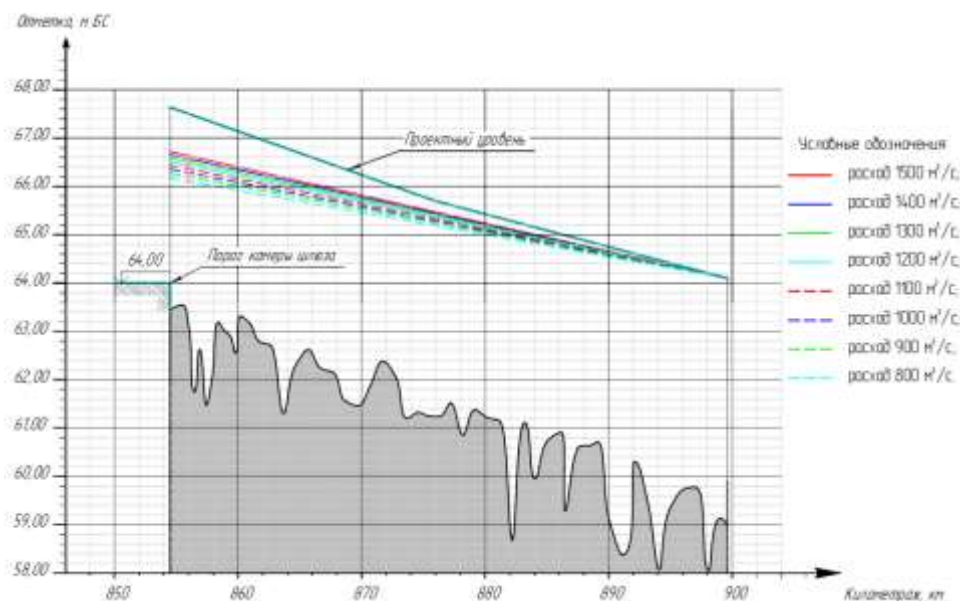


Рис. 2. Положение кривых свободной поверхности при различных расходах

До определенного предела понижение отметок гребней перекатов сопровождается равнозначным ростом глубин. Затем возникает необходимость учета начавшейся посадки уровня воды – понижение отметок кривой свободной поверхности воды, снижающих эффект от дноуглубления.

Этот момент отвечает достижению гидравлически допустимых глубин. Дальнейшее понижение отметок гребня переката будет обеспечивать все меньший фактический прирост судоходной глубины. В ходе этого русло канализуется – происходит сглаживание различий в глубинах плесовых лощин и перекатов.

В канализованном русле при выравнивании глубин по длине реки уклон свободной поверхности на перекате и в плесовой лощине становится постоянным. Последующее понижение дна путем дноуглубления влечет за собой существенную посадку уровня воды, которая не приведет к реальному дополнительному увеличению глубины.

На реках, режим которых близок к естественному (при отсутствии интенсивного дноуглубления), имеет место четко выраженное различие в площадях живого сечения плесовой лощины и переката. Форма поперечного сечения на перекате после интенсивных многолетних дноуглубительных работ претерпевает значительное изменение.

После вторжения в русловой режим реки путем дноуглубительных работ это различие уменьшается. Разница между площадями живого сечения переката и плесовой лощины сохраняется, но при одном и том же уровне воды с годами она уменьшается. По достижению гидравлически допустимой глубины изменение формы русла замедляется, так как русло становится неспособным воспринимать дноуглубление и перестраивать свое ложе для компенсации посадки уровня воды от искусственного увеличения естественной глубины. Наступает момент, когда данная компенсация в посадке уровней перестает исчезать и при дальнейшем углублении русла посадка остается существенной, а через какое-то время будет равна величине углубления русла.

В таблице 1 при существующей отметке порогов шлюзов 64,0 мБС по результатам расчетов приведены обобщенные данные по величине посадки уровней воды в районе судоходных шлюзов, глубины на порогах существующих нижних шлюзов (№15–16) и уклонов свободной поверхности воды на участке нижнего бьефа при различных расходах через Нижегородскую ГЭС.

Таблица 1

**Обобщенные данные параметров гидрологического режима
и глубин нижнего бьефа**

Шлюз	Отметка порога, мБС	Расход, м ³ /с	Посадка Δh, см	Глубина на пороге, м		Уклон свободной поверхности на участке	Глубина на участке, м	
				Без учета посадки уровня воды	С учетом посадки уровня воды		Без учета посадки уровня воды	Минимальная с учетом посадки уровня воды
Существующий	64,0	800	83,03	2,17	1,34	0,0001353	4,0	3,17-3,37
	64,0	900	74,88	2,3	1,55	0,0001555		
	64,0	1000	72,48	2,39	1,66	0,0001793		
	64,0	1100	73,51	2,47	1,74	0,0002063		
	64,0	1200	73,97	2,53	1,79	0,0002352		
	64,0	1300	70,75	2,61	1,9	0,0002619		
	64,0	1400	68,73	2,8	2,11	0,0002909		
	64,0	1500	63,14	2,9	2,27	0,0003170		
Третья нитка	61,0	800	137,49	5,17	3,78	0,0001229	4,0-5,17	3,78

Анализ данных таблицы 9 показывает, что даже при расходе 1500 м³/с глубина на пороге шлюзов с учетом посадки уровней воды от дноуглубления составляет 2,27 м и далека от требуемой. Уклон свободной поверхности возрастает более чем в 2 раза с ростом расходов (соответственно уклон 0,0001353 при расходе 800 м³/с и 0,0003170 при расходе 1500 м³/с). Это вполне объяснимо, поскольку с ростом расходов возрастают не только уровни воды в нижнем бьефе (связь между ними отражается в кривой расходов), но и возрастают скорости течения, зависящие от уклона свободной поверхности.

В процессе расчетов параметров гидрологического режима нижнего бьефа Нижегородского гидроузла и сравнении их с выполненными ранее исследованиями (проф. Фролов Р.Д.) [9, 10] обнаружены следующие особенности, вытекающие из кривых расходов в створе №7 (6 км ниже Нижегородской ГЭС) в разные годы (рис. 3).

1) Как видно, в начальный год эксплуатации ГЭС (1957 г.) положение кривой - самое высокое (русло еще не деформировано). Однако через 8 лет (1965 г.) кривая расходов опустилась в связи с глубинной эрозией дна, дноуглубительными работами, и расходы уже не обеспечивают достижение прежних уровней воды. Кривая расходовна 2015 г показывает, что проектный уровень (67,5 мБС) не достигается и при расходе 1500 м³/с и расход нужно увеличивать.

2) Наклон кривой расходов 2015 г. стал более пологим, чем в начальные годы, то есть увеличение расхода не вызывает как прежде адекватный прирост уровней в нижнем бьефе и для достижения необходимого приращения уровня воды требуется все большее приращение расхода. Другими словами, связь между расходами и уровнями воды в нижнем бьефе во временном разрезе ослабевает.

Поэтому для достижения глубины на порогах 4,0 м необходимо понизить порог третьей нитки шлюза (третьей ступени) по крайней мере на 2,64 м (4,0–1,34) с отметкой 61,36 мБС, что приведет к понижению отметок дна на расчетном участке, изменению параметров поперечных сечений, положений кривой свободной поверхности воды и величины посадки уровней. С учетом того, что дополнительное дноуглубление для возможности подхода судов к шлюзу с пониженным порогом вызовет дополнительную посадку уровней, а также производимых на практике переуглублений в виде запасов на

неровность выработки, отметка порога шлюзов третьей нитки (третьей ступени в подходном канале) принимается равной 61,0 мБС.

При данной отметке порога произведены расчеты кривой свободной поверхности воды на участке при «провальном» расходе 800 м³/с, кривая показана на рис. 3 для отметок порога 64,0м БС и 61,0м БС и результаты отражены в таблице 1.

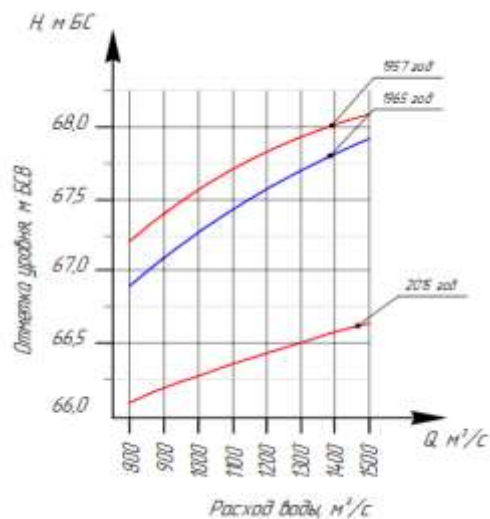


Рис. 3. Динамика изменения графика связи расхода от уровня воды по гидропосту №7 в течение ряда лет

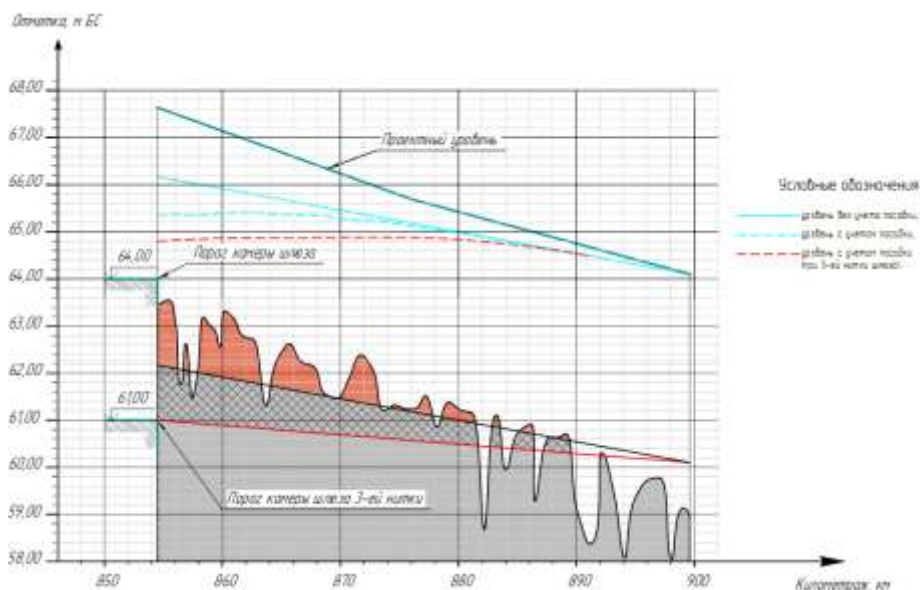


Рис. 4. Положение кривой свободной поверхности при среднесуточном расходе 800 м³/с

Необходимость учета дополнительной посадки уровней при дополнительном дноуглублении судоходной прорези наглядно отражена на рис. 5, где по результатам расчета кривой свободной поверхности воды при расходе 800 м³/с и отметками порога шлюза 64,0 мБС и 61,0 мБС показано изменение глубин прорези и посадка уровней воды на участке. По данным рисунка видно, как вслед за увеличением глубин

судоходной прорези увеличивается посадка уровней, особенно в случаях достижения и превышения гидравлически допустимой глубины, что имеет место в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС.

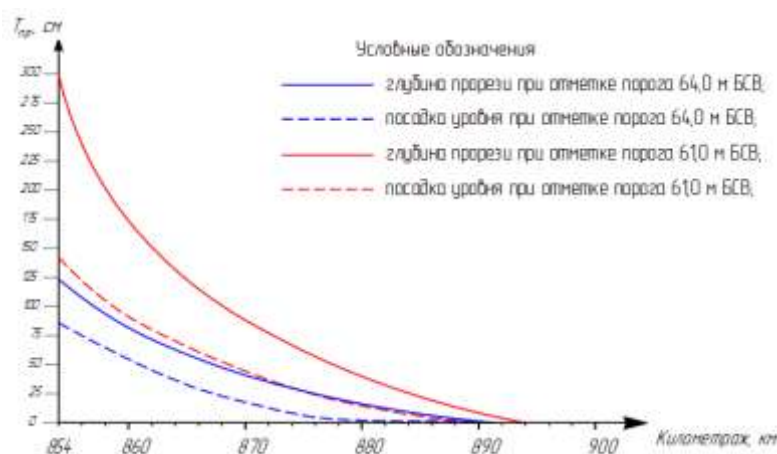


Рис. 5. Изменение посадки уровней воды и глубины прорези на 854,5–899,6 км р. Волга

При строительстве третьей нитки или третьей ступени шлюзов глубины как на пороге шлюзов третьей нитки и третьей ступени в подходном канале (3,78 м), так и на участке нижнего бьефа (минимальные 3,78 м) не достигают 4,0 м и не обеспечивают необходимых условий для судоходства на ЕГС.

Результаты выполненных расчетов показали:

1. Имеется возможность увеличения глубины как на самом участке нижнего бьефа, так и на порогах существующих шлюзов за счет повышения среднесуточных расходов через гидроузлы. Однако это увеличение расходов должно значительно превышать обусловленные действующими правилами использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ (800–1100 м³/с) и даже заложенных в расчет 1500 м³/с недостаточно. Расход 1500 м³/с и его дальнейшее увеличение связано с регулированием стока каскада Волжских водохранилищ как выше, так и ниже расположенных, что при комплексном характере гидроузлов и противоречивых интересах водопользователей и водопотребителей, представляется маловероятным по возможности реализации и многолетним по решению организационных вопросов.

2. Строительство третьей нитки шлюзов или третьей ступени в подходном канале с пониженной на 3 метра отметкой порога по сравнению с существующими шлюзами № 15–16 с 64,0 мБС до 61,0 мБС, также проблему не решает и не обеспечивает требуемую судоходную глубину 4 м. Нужно отметку порога еще более понижать, но это будет сопровождаться дальнейшей посадкой уровней воды. Число итераций с понижением отметки порогов ограничивается достижением подпора от Чебоксарского водохранилища (63,0 мБС) и отметкой порога 59,0 мБС. Но понижение свободной поверхности воды в вариантах с пониженным порогом шлюзов чревато опасными последствиями для безопасности водоподпорных сооружений Нижегородского гидроузла, работоспособности ГЭС, водоснабжения и др. Кроме того, русло нижнего бьефа будет кардинально деформировано и нужно дополнительно исследовать и дать оценку негативного воздействия на окружающую среду.

3. С точки зрения эксплуатационной, строительство третьей нитки резко ограничивает пропускную способность системы. Третья нитка с пониженным порогом вызовет большой объем дноуглубительных работ на участке нижнего бьефа, что повлечет посадку уровней воды, и глубины на порогах существующих шлюзов № 15–16 при

расходах 800 м³/с составят менее 1 м, что выведет их из эксплуатации. С учетом изложенного считаем, что строительство третьей нитки (третьей ступени) не решает проблему судоходства.

Список литературы:

- [1] Инженерный центр энергетики Поволжья. Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла. Инженерно-гидрометеорологические изыскания. Отчет 07515-000-ГИДЗ-1.1.01/09.14, 2014.
- [2] Галков В.А. Исследование руслового режима и судоходных условий в нижних бьефах крупных гидроузлов. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. / В.А. Галков. – С-Пб.: ЛИВТ, 1969 г.
- [3] Векслер А.Б. Трансформация русла р. Камы в нижнем бьефе Воткинского гидроузла. / А.Б. Векслер, В.М. Доненберг. – С-Пб., ВНИИГ им. В.Е. Веденеева, 1993 г.
- [4] Мазур Г.С. Деформация русла в нижнем бьефе Иркутской ГЭС // Четырнадцатое межвузовское научно-координационное совещание / Г.С. Мазур, Т.А. Яромолук, Н.С. Бавтюк, Е.Л. Сергеев.
- [5] Вабинский З. Морфообразующая роль водохранилища Влацлавск на Висле ниже плотины. // Высшая педагогическая школа / З. Вабинский – Выдгошь, Польша, 1998 г.
- [6] Векслер А.Б. Опыт оценки трансформации русел рек в нижних бьефах гидроузлов. / А.Б. Векслер, В.М. Доненберг. – С-Пб., Известия ВНИИГ им. В.Е. Веденеева, т. 230, 1997 г.
- [7] Руководство по улучшению судоходных условий на свободных реках. // С. Петербург, 1992. – 312 с.
- [8] Гришанин К.В. Водные пути. // Учебник для вузов/ К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
- [9] Фролов Р.Д. Отчет по НИР «Исследование гидрологического режима нижнего бьефа низконапорного гидроузла на р.Волге, прогноз многолетних деформаций русла и обоснование глубины заложения камер шлюза» №244204. / Р.Д. Фролов. – Н.Новгород.: ВГАВТ, 2004. – 84 с.
- [10] Фролов Р.Д. Отчет по НИР «Обоснование увеличения глубины судового хода р.Волги на участке Н. Новгород – Балахна» №214291. / Р.Д. Фролов. – Н.Новгород.: ВГАВТ, 2001. – 96 с.
- [11] Кривошей В.А. Нижегородский гидроузел. Быть или не быть? / В.А. Кривошей. – Астрахань.: Астраханский вестник экологического образования. № 1 (35), 2016. – 77–87 с.
- [12] Free surface profile and inception point as characteristics of aerated flow over stepped spillway: Numerical study BentalhaChakib, Habi Mohammed Journal of Water and Land Development. 2019;42(1):42-48 DOI 10.2478/jwld-2019-0043
- [13] Extreme hydrological events and the influence of reservoirs in a highly regulated river basin of northeastern Spain S.M. Vicente-Serrano, J. Zabalza-Martínez, G. Borràs, J.I. López-Moreno, E. Pla, D. Pascual, R. Savé, C. Biel, I. Funes, C. Azorin-Molina, A. Sanchez-Lorenzo, N. Martín-Hernández, M. Peña-Gallardo, E. Alonso-González, M. Tomas-Burguera, A. El Kenawy Journal of Hydrology: Regional Studies. 2017;12(C):13-32 DOI 10.1016/j.ejrh.2017.01.004

**ESTIMATION OF FREE SURFACE AND DEPTHS DYNAMICS
IN DOWNSTREAM OF NIZHNY NOVGOROD
HYDROPOWER COMPLEX WHEN CONSTRUCTING
THE THIRD LINE OF LOCKS OR THEIR THIRD STAGE**

*Sitnov Aleksandr N., Doctor of Engineering Sciences, professor,
head of the department of waterways and hydraulic structures,
Volga State University of Water Transport*

*Voronina Yuliya E., Candidate of Engineering Sciences, Associate professor
of the department of waterways and hydraulic structures
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951*

Keywords: water level landing, dredging, third lock line, hydraulically permissible depth, riverbed canalization

The shipping locks of the Nizhny Novgorod hydropower complex and the Gorodets-Nizhny Novgorod section limit shipping in the Integrated Deep Water System. Dredging, carried out since the 1970s to maintain design depth, has had a great impact on the water level in the downstream of the Nizhny Novgorod hydropower station. The solution of the problem of shallow depths on the site and the passage of the Gorodets locks by the vessels is possible by building a low-pressure hydroelectric complex in the area of B. Kozino. In order to estimate the impact of the construction of the third lock line, as another alternative solution of the problem proposed by a number of authors, hydraulic calculations of the behavior of water free surface at the site and at depths were performed. The movement of the water flow in the riverbed was described by a system of differential equations of motion. As a result of the calculations, it was found that the free surface curve at a flow velocity in the range of 800–1500 m³/s does not reach the position of the curve at the design level. This indicates the insecurity of the design shipping depth on the site. Alternatives to hydraulic structures in the form of the third line of Gorodets locks or the third stage in the approach channel will not provide the necessary navigation depth. Downstream channel will be radically deformed, and additional dredging in the downstream site will lead to the water levels landing on the sills of existing locks No. 15–16 and the site.

References:

- [1] Inzhenerny ytsentr energetiki Povolzh'ya. Stroitel'stvo Nizhegorodskogonizkonapornogogidrouzla. Inzhenerno-gidrometeorologicheskiesizskaniya. Otchet 07515-000-GIDZ-1.1.01/09.14, 2014.
- [2] Galkov V.A. Issledovanie ruslovogo rezhima i sudokhodnykhusloviy v nizhnikhb'efakhkrupnykh-gidrouzlov. // Avtoreferatdissertatsiinasoiskanieuchenoystepenikandidata tekhnicheskikh nauk. / V.A. Galkov. – S-Pb.: LIVT, 1969 g.
- [3] Veksler A.B. Transformatsiyarusla r. Kamy v nizhnemb'efeVotkinskogogidrouzla. / A.B. Veksler, V.M. Donenberg. – S-Pb., VNIIG im. V.E. Vedeneeva, 1993 g.
- [4] Mazur G.S. Deformatsiyarusla v nizhnemb'efeIrkutskoy GES. // Chetyrnadtsatoemehzvu-zovskoenauchno-koordinatsionoesoveshchanie. / G.S. Mazur, T.A. Yaromolyuk, N.S. Bavtyuk, E.L. Sergeev.
- [5] Vabin'skiy Z. Morfoobrazuyushchayarol' vodokhranilishchaVlatslavsknaVislenizheplotiny. // Vysshaya pedagogicheskayashkola / Z. Vabin'skiy – Vydgoshch', Pol'sha, 1998 g.
- [6] Veksler A.B. Opytotsenkitransformatsiiruselrek v nizhnikhb'efakhgidrouzlov. / A.B. Veksler, V.M. Donenberg. – S-Pb., Izvestiya VNIIG im. V.E. Vedeneeva, t. 230, 1997 g.
- [7] Rukovodstvo po uluchsheniyusudokhodnykhusloviynasvobodnykhrekakh// S. Peterburg, 1992. – 312 s.
- [8] Grishanin K.V. Vodnyeputi.// UchebnikdlyaVUZov/ K.V. Grishanin, V.V. Degtyarev, V.M. Seleznev – M.: Transport, 1986. – 400 s.
- [9] Frolov R.D. Otchet po NIR «Issledovanie gidrologicheskogorezhimanizhnegob'efanizkonapornogogidrouzlana r. Volge, prognoz mnogoletnikhdeformatsiyruslaiobosnovanieglubiny zalozheniyakamershlyuza» №244204. / R.D. Frolov. – N. Novgorod.: VGAVT, 2004. – 84 s.
- [10] Frolov R.D. Otchet po NIR «Obosnovanievelicheniyaglubinysudovogokhoda r. Volginauchastke N. Novgorod - Balakhna» №214291. / R.D. Frolov. – N. Novgorod.: VGAVT, 2001. – 96 s.
- [11] Krivoshey V.A. Nizhegorodskiygidrouzel. Byt' ili ne byt'? / V.A. Krivoshey. – Astrakhan'.: Astrakhanskiyvestnik ekologicheskogoobrazovaniya. № 1 (35), 2016 - 77-87 s.
- [12] Free surface profile and inception point as characteristics of aerated flow over stepped spillway: Numerical studyBentalhaChakib, Habi Mohammed Journal of Water and Land Development. 2019;42(1):42-48 DOI 10.2478/jwld-2019-0043
- [13] Extreme hydrological events and the influence of reservoirs in a highly regulated river basin of northeastern Spain S.M. Vicente-Serrano, J. Zabalza-Martínez, G. Borràs, J.I. López-Moreno, E. Pla, D. Pascual, R. Savé, C. Biel, I. Funes, C. Azorin-Molina, A. Sanchez-Lorenzo, N. Martín-Hernández, M. Peña-Gallardo, E. Alonso-González, M. Tomas-Burguera, A. El KenawyJournal of Hydrology: Regional Studies. 2017;12(C):13-32 DOI 10.1016/j.ejrh.2017.01.004

Статья поступила в редакцию 20.10. 2019 г.

Раздел II

**Судостроение, судоремонт
и экологическая безопасность судна**



Section II

***Shipbuilding, ship repair,
and ecological safety of the ship***



УДК 629.124.791

*Зуев Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой
«Кораблестроение и авиационная техника» ФГБОУ ВО «НГТУ»,
e-mail: ship@nntu.ru*

*Калинина Надежда Викторовна, к.т.н., доцент кафедры
«Кораблестроение и авиационная техника» ФГБОУ ВО «НГТУ»,
e-mail: nvk5133@mail.ru*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева» (ФГБОУ ВО «НГТУ»)
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.*

*Прокофьев Сергей Александрович, инженер АО КБ «Вымпел»,
e-mail: sergey.prokofev.18@mail.ru*

*Акционерное общество конструкторское бюро по проектированию
судов «Вымпел» (АО КБ «Вымпел»)
603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, 6, кор. 6.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТОРНО-ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ ДЛЯ САМОХОДНОЙ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Ключевые слова: ледокольная платформа на воздушной подушке, роторно-винтовой движитель, поиск оптимального движителя, прокладка ледового канала, кривая ледо-проходимости, эффективность прокладки канала в сплошном льду.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы продления навигации на морских и внутренних водных путях Российской Федерации. Для проведения ледокольных работ в портах необходим не только мощный ледокольный флот, но и другие вспомогательные средства. Целью работы является проектирование самоходной ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) как эффективного технического средства для разрушения ледяного покрова, прокладки ледового канала, а также выбор универсального движителя, пригодного для движения по грунту со слабой несущей способностью, к которым относятся снег и лёд. Описаны архитектурно-конструктивный тип и основные характеристики ЛПВП. Предложен роторно-винтовой движитель (РВД), опускаемый с платформы посредством П-образного механизма. Приведены концепция выбора движительно-рулевого комплекса для ЛПВП, результаты 3D моделирования РВД и его параметры. Построены кривые ледоходимости платформы при движении с РВД, а также в счалке с ледоколом проекта 1108 «Капитан Измайлов» и буксиром проекта ПЕ65. Показано, что ЛПВП с РВД является более экономичной, чем любые другие транспортные средства для продления навигации на морских и внутренних водных путях, а также на мелководных участках арктического шельфа, где применение обычных ледоколов затруднительно.

Введение

Большинство морских и внутренних водных путей Российской Федерации длительное время покрыты льдом, что затрудняет их круглогодичное использование. В связи с этим большое внимание уделяется мероприятиям, направленным на продление навигации.

Для проведения ледокольных работ необходим не только мощный ледокольный флот, но и вспомогательные средства, обеспечивающие его эффективную работу, работу портов, гидротехнических сооружений, шлюзов, акваторий заводов [1]. Достаточно острой остается задача борьбы с ледовыми заторами и связанными с ними разрушительными наводнениями.

Добыча нефти и газа в северных районах и расширение работ на шельфе Арктических морей привели к поиску новых эффективных средств проводки судов и продления навигации [2].

Применение ледокольных платформ на воздушной подушке (ЛПВП) позволяет существенно расширить возможности ледокольных средств и решать задачи по увеличению объемов перевозок народно-хозяйственных грузов в северные районы [3]. Использование ЛПВП является эффективным техническим средством для разрушения ледяного покрова, прокладки ледового канала для прохода судов и вывода судов из «ледового плена». Такие платформы могут работать на мелководных участках, где ледоколы работать не могут. При этом снижаются энергетические и эксплуатационные расходы при выполнении ледокольных работ [4].

Технико-экономический анализ спроектированных ледокольных платформ на воздушной подушке показал [4], что применение состава из буксира с ледовыми усилениями и ЛПВП наиболее целесообразно как с технической, так и с экономической точки зрения.

Обеспечение автономной работы платформы в любых условиях без использования вспомогательных толкающих средств несомненно является преимуществом при эксплуатации ЛПВП. Поэтому наличие собственного движителя обеспечит самоподвижность платформы, самостоятельный выход на необорудованный берег, расширяя тем самым диапазон решаемых задач. Но использование в этом случае воздушного винта не обеспечивает требуемой маневренности ЛПВП, особенно при движении в тяжелых ледовых условиях при наличии неровной торосистой поверхности [3], а также на низких скоростях движения коэффициент полезного действия (КПД) данного движителя мал. Поэтому проектирование самоходной ледокольной платформы на воздушной подушке и поиск оптимального движителя является актуальным.

1. Основные характеристики ледокольной платформы на воздушной подушке

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева разработаны принципы проектирования ЛПВП, на основании которых можно определить их оптимальные с точки зрения разрушения льда элементы и характеристики при минимальных суммарных затратах [4]. Разработан ряд проектов самоходных платформ, в том числе имеются и построенные образцы проектов 102 ЛП и 107 ЛП.

С учетом многолетнего накопленного опыта [5] спроектирована самоходная ледокольная платформа на воздушной подушке.

Судно предназначено для:

- разрушения льда способом давления и продления навигации в акватории морского порта Санкт-Петербург;
- создания ледового канала шириной до 44,0 м в сплошном льду толщиной до 0,8 м при отрицательных температурах воздуха до -40 °С при проводке водоизмещающих судов;
- для перевозки крупногабаритных грузов, в том числе с судов, стоящих на рейде за 10...15 км от берега, до места складирования на берегу;
- транспортировки грузов от места складирования до пунктов назначения;
- доставки грузов на объекты в прибрежной морской зоне.

ЛПВП спроектирована применительно к классу Морского Регистра судоходства

КМ ■ ¹ R3 «Э» с обеспечением мореходных и эксплуатационных качеств. Автономность плавания по запасам топлива – трое суток. Экипаж – четыре человека. Архитектурно-конструктивный тип – самоходная однопалубная платформа на воздушной подушке амфибийного типа с гибким ограждением (ГО) по периметру судна, с двумя надстройками по бортам, кормовой аппарелью для погрузки самоходной техники, стрелой в носовой части, приводимой в движение гидроприводом, для спуска и подъема движительного комплекса (рис. 1).

Основные характеристики ЛПВП:

- длина габаритная – 19,0 м;
- длина расчетная – 16,0 м;
- ширина расчетная – 44,0 м;
- высота борта – 2,9 м;
- высота гибкого ограждения – 1,45 м;
- мощность двигателя – 4×630 кВт;
- давление в воздушной подушке – 12,4 кПа;
- расход воздуха из ВП – 130 м³/с;
- дедвейт – 98 т;
- полное водоизмещение 580 т при осадке 1,025 м (в водоизмещающем режиме).



Рис. 1. Архитектурно-конструктивный тип ледокольной платформы на воздушной подушке

Характеристики энергетической установки:

- для привода нагнетателей: три дизеля MAN 12ЧН12,8/14,2 мощностью по 633 кВт с частотой вращения вала 1500 об/мин.;
 - для работы движительно-рулевого комплекса: дизель-электростанция Амперос АД 900-Т400 мощностью 2×900 кВт;
 - дизель-генератор ДГА-50-М2-ЭР (основной и аварийный) мощностью 2×50 кВт.
- В качестве движительно-рулевого комплекса (ДРК) использован роторно-винтовой движитель (РВД).

2. Концепция выбора движительно-рулевого комплекса

Одним из наиболее перспективных движителей для вездеходных машин-амфибий является роторно-винтовой движитель [6]. Обладая относительно простой конструкцией, движитель обеспечивает высокую проходимость транспортного средства на заснеженных и обледенелых поверхностях, заболоченных грунтах и воде [7, 8].

Исследования [9] показали высокие тяговые и экономические качества РВД. Их универсальность состоит в том, что они сочетают в себе качества гидравлического и сухопутного движителей, могут с достаточной эффективностью работать на сильно переувлажненных грунтах, снегу, льду, воде [10]. Используют РВД на машинах различного назначения: дорожно-строительных, сельскохозяйственных, военных. Принцип движения транспортных средств с РВД имеет много достоинств, и можно считать, что машины с РВД являются универсальным средством передвижения в труднопроходимых районах [11].

Водные испытания роторно-винтовых машин показали, что они обладают более высокими ходовыми качествами, чем гусеничные и колесные плавающие машины [7]. В частности, для достижения большей скорости на гусеничных и колесных плавающих вездеходах приходится ставить специальные гидравлические движители – гребной винт или водомет, что связано с увеличением приводных мощностей, увеличением массы, конструктивными трудностями. Для амфибий, выбирая соответствующие параметры РВД, можно добиться нужных ходовых качеств машины на воде [7].

Редкое использование роторно-винтового движителя связано с некоторыми недостатками и особенностями его применения, а также с невозможностью изменения конструктивных параметров движителя в процессе движения [9].

Анализ эксплуатации различных типов движителей показал, что целесообразно использовать роторно-винтовой движитель для самоходной ледокольной платформы, который совмещает в себе свойства гидравлического и сухопутного движителя и является универсальным при движении по грунту со слабой несущей способностью, к которым относятся снег и лёд.

3. Принцип движения ЛПВП с роторно-винтовым движителем

На ЛПВП предусмотрен роторно-винтовой движитель (рис. 2), состоящий из двух шнеков, смонтированных в одном корпусе и приводимых во вращение приводом. РВД поднимается и опускается посредством П-образного механизма с платформы.

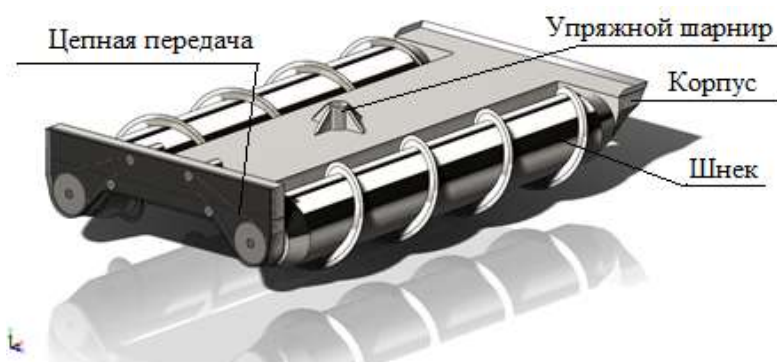


Рис. 2. Модель движительно-рулевого комплекса

Движение судна 1 осуществляется следующим образом (рис. 3). Конструкция движителя, состоящая из корпуса 2 и двух роторно-винтовых шнеков 3, опускается с ЛПВП 1 при помощи спускоподъемного устройства 4, для крепления которого предусмотрен упругий шарнир в центре корпуса движителя (рис. 2), приводимого в движение поворотным гидродвигателем 5. При опущенной стреле шнеки совершают вращательное движение от двух гидромоторов 6. Передача вращающего момента от гидромоторов 6 к шнекам 3 осуществляется посредством цепной передачи.

Движитель контактирует с опорной поверхностью 7, обеспечивая тяговое усилие. ЛПВП давлением воздуха в воздушной подушке вытесняет из-под льда воду, создавая тем самым воздушную полость 8, за счет которой равновесие ледяного покрова нарушается, и происходит разрушение под действием собственных сил тяжести. Судно перемещается вперед, оставляя за собой канал с обломками битого льда 9.

При перемещении платформы по чистой воде роторно-винтовой движитель обеспечивает тяговое усилие, заменяя толкающее судно, а также позволяет двигаться платформе в условиях мелководья и выходить на берег, расширяя, таким образом, диапазон использования и обеспечивая амфибийность.

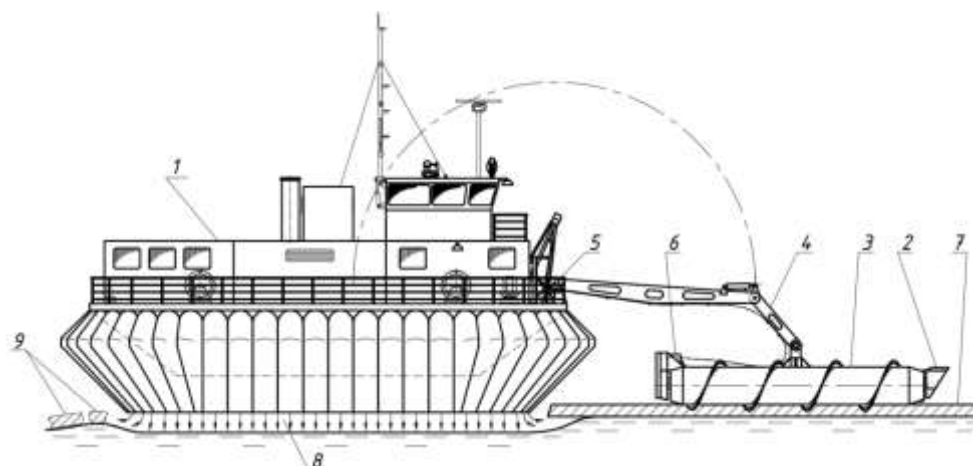


Рис. 3. Схема движения ЛПВП с роторно-винтовым движителем

4. Основные параметры роторно-винтового движителя

При проектировании роторно-винтового движителя был использован существующий подход [12].

Модель роторно-винтового движителя выполнена в САПР SolidWorks и приведена на рис. 3.

Выбор основных элементов РВД выполнен по методике А.П. Куляшова [7, 13], а расчеты прочности по алгоритму Г.Б. Крыжевича [14, 15].

Шнеки (рис. 4) представляют собой полые цилиндры с навитыми лопастями. Подобная конструкция придает необходимую плавучесть. Для повышения плавучести цилиндры заполняются пенопластом или вспененным полиуретаном.



Рис. 4. Модель шнека

Основные параметры шнеков (рис. 5):

- длина цилиндра $L = 9,0$ м;
- диаметр цилиндра $d = 1,5$ м;
- угол подъема винтовой линии $\beta = 20^\circ$;
- высота лопасти $h = 0,25$ м;
- шаг винтовой лопасти $t = 2\pi R t g \beta = 2,29$ м;
- наружный радиус шнека $R = d/2 + h = 1$ м;
- нагрузка на движитель G ;
- сила сопротивления движению $P_f = 175$ кН;
- величина тягового усилия P_k .

Материал шнека: низколегированная сталь 10ХСНД с пределом текучести 400 МПа. Материал корпуса движителя – сталь категории D с пределом текучести 235 МПа. Прочность шнеков обеспечена.

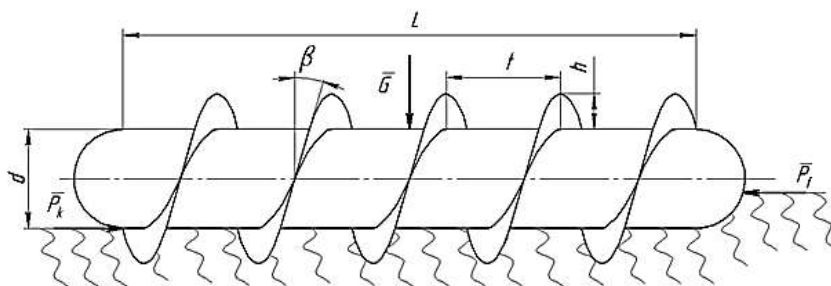


Рис. 5. Основные параметры шнека

5. Ходовые качества ЛПВП с РВД

Расчет ходовых качеств движителя выполнен с использованием 3D пакета САПР SolidWorks с дополнением Motion Analysis.

При выполнении расчетов приняты следующие допущения:

- принцип движения роторно-винтового движителя представляем в виде винта в неподвижной гайке;
- роторно-винтовой движитель представляет собой винт, резьба (винтовая лопасть) которого навита на полый цилиндр;
- в качестве гайки в этом случае служит опорная поверхность – ледяная пластина, по которой происходит движение.

Величина охвата грунтом (льдом и снегом) движителя зависит от погружения его в опорную поверхность, а погружение, в свою очередь, определяется свойствами грунта – в основном сопротивляемостью его вертикальному сжатию. Горизонтальное перемещение движителя при движении по грунту не равно величине шага за один оборот в отличие от винта в жесткой металлической гайке [6].

Опорная поверхность (лёд и снег), под действием роторно-винтового движителя деформируется – сминается и сдвигается. Величина этой деформации грунта зависит от сопротивления его горизонтальному смятию и сдвигу. Таким образом, чем больше горизонтальная деформация грунта, тем меньше перемещение движителя вперед за один его оборот, присутствует буксование или скольжение [6].

Учет сопротивления движению в расчетах был задан при помощи постоянной действующей силы P_f , равной 175 кН на каждый шнек и направленной против движения (рис. 5). Мощность на ведущем валу одного шнека 560 кВт, частота вращения 375 об/мин, вращающий момент 15,0 кНм.

Тяга T и кривые сопротивления R самоходной ЛПВП, выполненные по методике [16], в зависимости от толщины преодолеваемого льда h и скорости движения v представлены на рис. 5.

6. Техничко-экономическая эффективность ЛПВП

Для оценки технико-экономических показателей ЛПВП с РВД были выполнены расчеты ледопроеходимости, показателей экономической и технической эффективности для трех вариантов движения ледокольной платформы на воздушной подушке:

- самоходной ЛПВП с РВД;
- состав ЛПВП и ледокол проекта 1108 «Капитан Измайлов»;
- состав ЛПВП и буксир проекта ПЕ65.

Основные характеристики толкающих платформу судов приведены в табл. 1.

Основные характеристики судов, толкающих ЛПВП

Характеристики	Ледокол проекта 1108 «Капитан Измайлов»	Буксир проекта ПЕ65
Класс Морского Регистра	КМ  ЛЛ4  R1 AUT1	КМ  Arc 4 R1 AUT1 FF3 Escort Tug
Длина по КВЛ, м	53,98	33,5
Ширина, м	16,03	12,1
Осадка по КВЛ, м	4,2	5,2
Водоизмещение, т	2047	-
Мощность, кВт	2500	2×1840
Скорость на чистой воде, уз.	13	13,5
Тяга на швартовах, кН	364	650
Ледопробитость, м	0,6	0,8

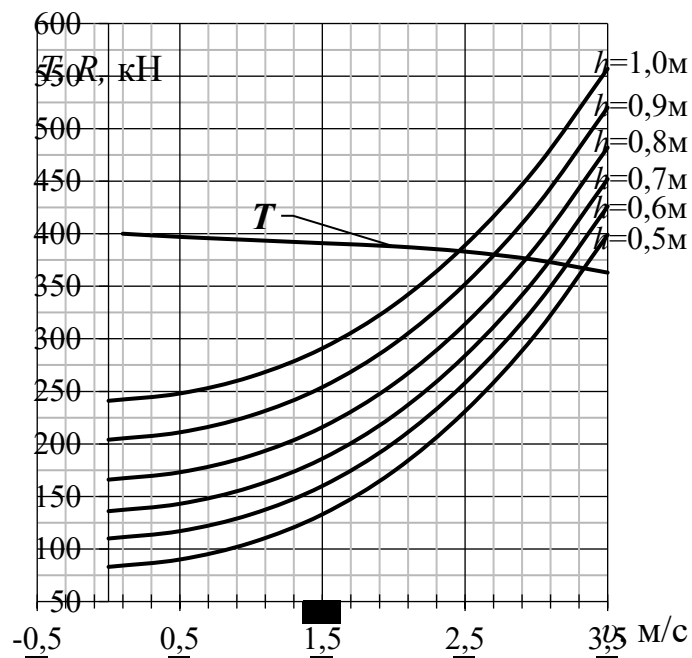


Рис. 5. Кривые сопротивления самоходной ЛПВП и тяги РВД

Диаграммы ледопробитости приведены на рис. 6, показатели технической и экономической эффективности ЛПВП – на рис. 7 и 8.

При разрушении расчетной толщины льда $h = 0,8$ м со скоростью $v = 3,0$ м/с, сопротивление ЛПВП составляет $R_{\text{лпвп}} = 350$ кН.

Показатель экономической эффективности $K_{\text{э}}$, руб/м³, характеризует денежные затраты на разрушение и прокладку 1 м³ ледового канала.

Показатель технической эффективности $K_{\text{т}}$, кДж/м³, показывает затраты энергии на разрушение 1 м³ льда.

Из анализа рис. 6, 7, 8 видно, что применение роторно-винтового движителя в составе с ЛПВП в ледовых операциях является наиболее эффективным как с технических, так и с экономических позиций, что в свою очередь доказывает целесообразность и

перспективность использования РВД на ледокольных платформах на воздушной подушке.

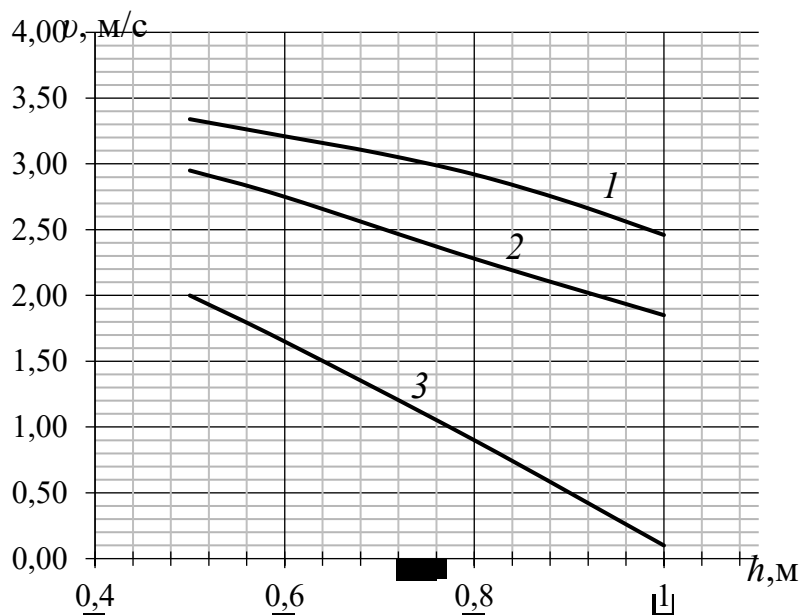


Рис. 6. Диаграммы ледопроницаемости:
1 – ЛПВП с РВД; 2 – состав ЛПВП и буксир проекта ПЕ65;
3 – состав ЛПВП и ледокол «Капитан Измайлов»

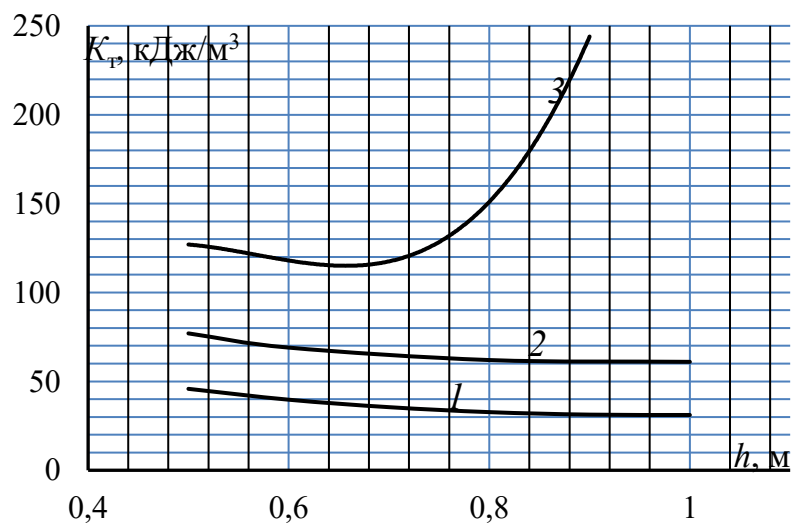


Рис. 7. Техническая эффективность прокладки ледового канала:
1 – ЛПВП с РВД; 2 – состав ЛПВП и буксир проекта ПЕ65;
3 – состав ЛПВП и ледокол «Капитан Измайлов»

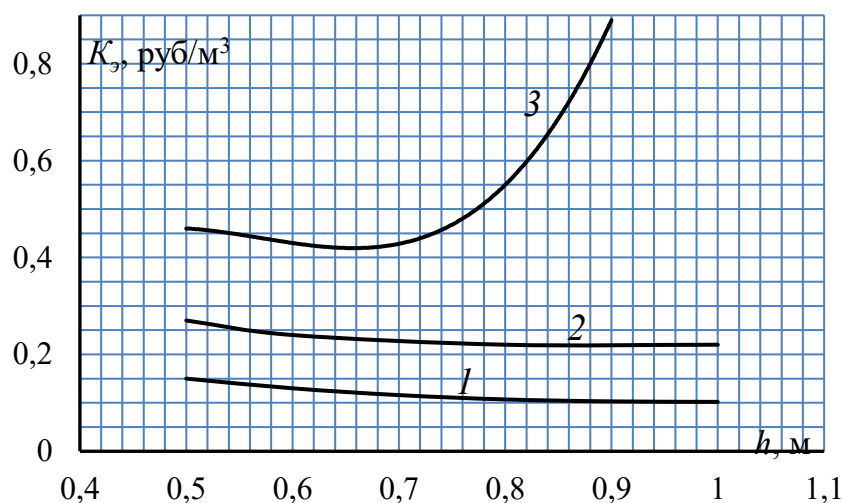


Рис. 8. Экономическая эффективность прокладки ледового канала:

1 – ЛПВП с РВД; 2 – состав ЛПВП и буксир проекта ПЕ65;

3 – состав ЛПВП и ледокол «Капитан Измайлов»

Заключение

Благодаря своим уникальным свойствам ЛПВП с РВД оказывается более экономичной, чем любые другие транспортные средства. Она позволяет успешно продлить навигацию на морских и внутренних водных путях в период ледохода или ледостава, а также на мелководных участках арктического шельфа, где применение обычных ледоколов затруднительно.

Работа выполнена при поддержке Федерального центра фундаментальных научных исследований, № проекта 19-08-00820.

Список литературы:

- [1] Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов.: -СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с.
- [2] Козин В.М., Земляк В.Л., Радионов С.В., Ипатов К.И. Повышение эффективности разрушения льда резонансным методом судном на воздушной подушке в различных ледовых условиях // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2019. № 1 (34). С. 52–59.
- [3] Козин В.М. Зависимость проходимости СВП над затороженными участками ледяного покрова от разрушаемой резонансным методом его предельной толщины // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 2-2 (44). С. 16-20.
- [4] Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. – Л.: Судостроение, 1986. – 208 с.
- [5] Демешко Г.Ф. Проектирование судов. Амфибийные суда на воздушной подушке. Т.1. СПб.: Судостроение, 1992. – 329 с.
- [6] Куляшов А.П., Шапкин В.А., Кошурина А.А., Крашенинников М.С. Актуальность создания универсального спасательного средства с роторно-винтовым движителем // Сборник научных статей «Проблемы транспортных и технологических комплексов» III Международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию кафедры «Строительные и дорожные машины» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012. С. 161–164.
- [7] Николаев А.Ф., Куляшов А.П. Роторно-винтовые амфибии. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1973. – 47 с.
- [8] Снегоходные машины / Л.В. Барахтанов [и др.]. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1986. – 191 с.

- [9] Котович С.В. Двигатели специальных транспортных средств. Часть I: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – М., 2008 – 161 с.
- [10] Krashennnikov M., Kulashov A., Shapkin V., Koshurina A. The concept and methodology of creating the universal life-saver with rotary-screw mover // Lecture Notes in Electrical Engineering, №7, 2013. Т. 195 LNEE. С. 477-490.
- [11] Куляшов А.П., Колотилин В.Е. Экологичность двигателей транспортно-технологических машин. – М.: Машиностроение, 1993. – 228 с.
- [12] Вахидов У.Ш., Согин А.В., Шапкин В.А., Шапкина Ю.В., Липин А.А. Автоматизированный подход к проектированию транспортно-технологических машин с роторно-винтовым двигателем // Транспортные системы, № 1, 2016. С. 17–23.
- [13] Карасева С.А. Расчет основных параметров двигателя шнекороторной амфибии // Электронный научный журнал «Автомобиль. Дорога. Инфраструктура», № 2(2), декабрь 2014. https://www.adi-madi.ru/madi/article/viewFile/88/pdf_34
- [14] Крыжевич Г.Б. Прочность и конструирование шнекового двигателя амфибийного транспортного средства // Судостроение №3, 2001. С. 9–11.
- [15] Koshurina A.A., Krashennnikov M.S., Dorofeev R.A. Strength calculation and analysis of equalizer beam embodiments for the operated equalizing beam suspension of the universal rotor-screw rescue vehicle for the arctic // Procedia Engineering, 2016. С. 1263–1269.
- [16] Зуев В.А., Москвичева Ю.А. Прогнозирование сопротивления окружающей среды при проектировании ледокольных платформ на воздушной подушке. Судостроение №4, СПб, 2017. С. 11–13.

USE OF A ROTARY-SCREW PROPULSION UNIT FOR A SELF-PROPELLED HOVERCRAFT ICE-BREAKING PLATFORM

Zuev Valeriy A., Doctor of technical sciences, Professor, Head of Department «Shipbuilding and aircraft engineering»

Nizhny Novgorod State Technical University, named after R.E. Alekseyev,

Kalinina Nadezhda V., Candidate of technical sciences, associate professor of the department «Shipbuilding and aircraft engineering»

Nizhny Novgorod State Technical University, named after R.E. Alekseyev,
24, Minin st., Nizhny Novgorod, 603950

Prokofev Sergey A., engineer of Joint-stock company design office for shipbuilding «Vympel» (JSC DO «Vympel»),
6, buil. 6., Nartov st., Nizhny Novgorod, 603104

Key words: hovercraft ice-breaking platform, rotary-screw propulsion unit, search for the optimal propulsion unit, ice channel laying, ice penetration curve, channel laying efficiency in solid ice.

Annotation. The article considers the extension of navigation on the sea and inland waterways of the Russian Federation. To conduct icebreaking operations in ports, not only a powerful icebreaking fleet, but also other auxiliary means are needed. The aim of the work is to the design of a self-propelled hovercraft icebreaker platform as an effective technical means for the ice cover breaking, the ice channel laying, as well as the choice of an universal propulsion system for movement on the ground with a weak load-bearing capacity, which includes snow and ice. The architectural and structural type and main characteristics of the platform are described. Rotary-screw propulsion unit, which is lowered from the platform by means of a portal mechanism, is proposed. The concept of the choice of propulsion and steering complex for the ship, the results of 3D modeling of rotary-screw propulsion unit and its parameters are given. The curves of icebreaking capability of the platform with a rotary-screw propulsion unit, in combination with the icebreaker of project 1108 «Captain Izmailov» and in combination with the tug of project PE65 are constructed. It is shown that hovercraft icebreaking platform with rotary-screw propulsion unit is more economical than any other transport means for the navigation extension on sea and inland waterways in winter, in shallow areas of the Arctic shelf, where the use of ordinary icebreakers is difficult.

References:

- [1] Ionov B.P., Gramuzov E.M. Ledovaja hodkost' sudna.: -SPb.: Sudostroenie, 2001. – 512 s.
- [2] Kozin V.M., Zemljak V.L., Radionov S.V., Ipatov K.I. Povyshenie jeffektivnosti razrusheniya l'da rezonansnym metodom sudnom na vozduhnoj podushke v razlichnyh ledovyh uslovijah // Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Alejhema. 2019. № 1 (34). S. 52-59.
- [3] Kozin V.M. Zavisimost' prohodimosti SVP nad zatoroshennymi uchastkami ledjanogo pokrova ot razrushaemoj rezonansnym metodom ego predel'noj tolshhiny // Morskije intellektual'nye tehnologii. 2019. № 2-2 (44). S. 16-20.
- [4] Zuev V.A. Sredstva prodlenija navigacii na vnutrennih vodnyh putjah. – L.: Sudostroenie, 1986. – 208 s.
- [5] Demeshko G.F. Proektirovanie sudov. Amfibijnye suda na vozduhnoj podushke. T.1. SPb.: Sudostroenie, 1992. – 329 s.
- [6] Kuljashov A.P., Shapkin V.A., Koshurina A.A., Krasheninnikov M.S. Aktual'nost' sozdaniya universal'nogo spasatel'nogo sredstva s rotno-vintovym dvizhitelem // Sbornik nauchnyh statej «Problemy transportnyh i tehnologicheskikh kompleksov» III Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj 40-letiju kafedry «Stroitel'nye i dorozhnye mashiny» NGTU im. R.E. Alekseeva, 2012. S. 161-164.
- [7] Nikolaev A.F., Kuljashov A.P. Rotoro-vintovye amfibii. – Gor'kij: Volgo-Vjatskoe kn. izd-vo, 1973 – 47 s.
- [8] Snegohodnye mashiny / L.V. Barahtanov [i dr.]. – Gor'kij: Volgo-Vjatskoe kn. izd-vo, 1986. – 191 s.
- [9] Kotovich S.V. Dvizhiteli special'nyh transportnyh sredstv. Chast' I: Uchebnoe posobie / MADI (GTU). – M., 2008 – 161 s.
- [10] Krasheninnikov M., Kulashov A., Shapkin V., Koshurina A. The concept and methodology of creating the universal life-saver with rotary-screw mover // Lecture Notes in Electrical Engineering, №7, 2013. T. 195 LNEE. C. 477-490.
- [11] Kuljashov A.P., Kolotilin V.E. Jekologichnost' dvizhitelej transportno-tehnologicheskikh mashin. – M.: Mashinostroenie, 1993 – 228 s.
- [12] Vahidov U.Sh., Sogin A.V., Shapkin V.A., Shapkina Ju.V., Lipin A.A. Avtomatizirovannyj podhod k proektirovaniju transportno-tehnologicheskikh mashin s rotno-vintovym dvizhitelem // Transportnye sistemy, № 1, 2016. S. 17-23.
- [13] Karaseva S.A. Raschet osnovnyh parametrov dvizhitelja shnekorotornoj amfibii // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura», № 2(2), dekabr' 2014. https://www.adimadi.ru/madi/article/viewFile/88/pdf_34
- [14] Kryzhevich G.B. Prochnost' i konstruirovanie shnekovogo dvizhitelja amfibijnogo transportnogo sredstva // Sudostroenie №3, 2001. S.9-11.
- [15] Koshurina A.A., Krasheninnikov M.S., Dorofeev R.A. Strength calculation and analysis of equalizer beam embodiments for the operated equalizing beam suspension of the universal rotor-screw rescue vehicle for the arctic // Procedia Engineering, 2016. C. 1263-1269.
- [16] Zuev V.A., Moskvicheva Ju.A. Prognozirovanie soprotivlenija okruzhajushhej sredy pri proektirovanii ledokol'nyh platform na vozduhnoj podushke. Sudostroenie №4, SPb, 2017. S. 11 – 13.

Статья поступила в редакцию 07.11.2019 г.

УДК 629.576

Февральских Андрей Владимирович, к.т.н, ведущий инженер по гидрогазодинамике
ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс», e-mail: a.fevralskih@gmail.com
111672, Москва, ул. Суздальская, 46

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СТАРТОВОЙ СИСТЕМЫ ПОДДУВА И КРЫЛА ЭКРАНОПЛАНА

Ключевые слова: легкий экраноплан, стартовая система поддува, численное моделирование аэродинамики, ANSYS CFD

Аннотация. Исследуется влияние стартовой системы поддува на аэродинамические характеристики гипотетической компоновки легкого пассажирского экраноплана (ЛПЭ) на режиме взлета. В качестве инструмента исследования используются технологии численного моделирования экранной аэродинамики (CFD-моделирование). CFD-моделирование в настоящей работе основывается на численном решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса вязкого турбулентного течения несжимаемой жидкости с привлечением модели турбулентности $k-\omega$ SST. Обтекаемая встречным аэродинамическим течением компоновка экраноплана с взлетной массой 0,5...1 т, используемая в численном моделировании, включает крыло и движительно-поддувное устройство, состоящее из винта, кольцевой насадки, спрямляющих лопаток и пилона крепления к фюзеляжу. Сеточная модель области течения, созданная в ANSYS Fluent Meshing, содержит 33,7 млн контрольных объемов. Кольцевая насадка ограничивает область, содержащую лопасти винта, в которой задается условие вращения воздуха. В ходе серии вычислительных экспериментов для различных значений скорости движения компоновки положение ЛПЭ относительно экрана принимается постоянным, с зазором между задней кромкой крыла и экраном 0,05 длины средней аэродинамической хорды крыла. По результатам численного моделирования построены зависимости коэффициента тяги винта от относительной поступи, коэффициента сопротивления компоновки и аэродинамического качества от скорости набегающего потока. Зависимость коэффициента тяги винта в составе компоновки от относительной поступи соответствует справочным характеристикам винта. Зависимости коэффициента сопротивления и аэродинамического качества от скорости движения ЛПЭ имеют нелинейный характер причем, аэродинамическое качество меняется в диапазоне от 8 до 16 единиц. Приводятся диаграммы распределения скорости аэродинамического течения в вертикальном сечении по оси движительно-поддувного устройства при разных скоростях движения. Диаграммы показывают, что с ростом скорости движения ЛПЭ, в результате взаимодействия встречного течения с экранной поверхностью и поддувом, течение поддува оказывается перенаправленным к верхней поверхности крыла. Представляется возможным частично нейтрализовать эффект взаимодействия поддувного и встречного течения, приводящий к снижению аэродинамического качества и эффективности системы поддува путем снабжения пилона крепления поворотным механизмом, меняющим угол установки плоскости упора винта в процессе движения ЛПЭ.

Введение

Одной из актуальных проблем проектирования легких пассажирских экранопланов (ЛПЭ) остается разработка системы старта, которая позволяла бы осуществлять экономически конкурентную эксплуатацию этих судов на маршрутах регулярного сообщения. К настоящему времени наибольшее распространение получили два типа стартовых систем ЛПЭ: система поддува и статическая воздушная подушка. Возможности статической воздушной подушки (ВП) в качестве стартовой системы ЛПЭ частично исследованы и продемонстрированы в ходе испытаний обитаемой пилотируемой модели

судна проекта «Тунгус» 0. В то же время для экранопланов со статической ВП остается не вполне исследованной эффективность различных способов механизации ограждения ВП, а также возможность использования статической ВП в компоновках экранопланов со взлетной массой более 20–30 тонн.

Система поддува использовалась в компоновках ЛПЭ проектов «Волга-2», «Аквагайд» и ряда других 0. Идея поддува заключается в направлении активируемых двигателями воздушных потоков под крыло для повышения подъемной силы 0. Уровень исследования аэродинамической интерференции ускоренного винтом потока, экранопланного крыла и экранирующей поверхности к настоящему времени остается недостаточным в силу ряда объективных причин. В частности, постановка задачи моделирования поддува полноразмерного судна в условиях эксперимента с масштабной моделью в аэродинамической трубе не удовлетворяет одновременно критериям подобия по Рейнольдсу и Струхалю. В условиях натурных испытаний исследование влияния поддува на эффективность обтекания крыла экраноплана затруднено, поскольку поддув применяется, главным образом, на режимах неустановившегося движения.

В настоящей работе приводятся результаты численного исследования влияния поддувного течения, формируемого воздушным винтом, на аэродинамические характеристики компоновки ЛПЭ при различных скоростях гипотетического движения. Результаты получены в ходе численного решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса в приложении к экранной аэродинамике. Показано, что присутствие крыла экраноплана в следе возмущений поддувного аэродинамического винта практически не оказывает влияния на зависимость коэффициента тяги винта от коэффициента упора. В то же время, зависимости аэродинамических характеристик крыла – коэффициента подъемной силы, коэффициента сопротивления и аэродинамического качества от скорости движения ЛПЭ с поддувом имеют нелинейный характер при постоянной скорости вращения поддувного винта и постоянном расположении плоскости упора винта относительно крыла и экрана.

1. Возможности моделирования системы поддува

Исследование аэродинамики поддува в течении последних двух десятилетий осуществлялось с применением методов численного моделирования. В работе 0 по результатам численного решения системы уравнений Навье-Стокса методом контрольных объемов (CFD-моделирование) получено распределение скоростей аэродинамического течения вблизи масштабной модели прямоугольного крыла (хорда 0,5 м, размах 0,3 м) с шайбой под действием поддува. Показано хорошее согласование результатов CFD-моделирования с результатами экспериментов в аэродинамической трубе для зависимостей коэффициентов аэродинамических сил и моментов на разных высотах движения. В ходе численного моделирования использовались эмпирические соотношения 0 для коэффициентов аэродинамических сил, вызываемых работой пропеллера. В работе 0 в качестве CFD-модели поддувного устройства экраноплана использовалась полая цилиндрическая область. Для цилиндрической области задается условие источника импульса для включения в систему уравнений Навье-Стокса. По результатам CFD-моделирования получено распределение скоростей течения и представлены области вихреобразования вблизи поверхности составного крыла. В работе 0 по методике 0 выполнены исследования с целью оптимизации компоновочного варианта экраноплана типа «составное крыло», снабженного системой поддува. Получены зависимости для угла установки плоскости упора поддува и угла отклонения закрылка крыла, а также зависимость относительного сопротивления от числа Фруда выбранной компоновки на режиме взлета. Результаты численного исследования показывают возможность снижения пикового значения относительного сопротивления на режиме взлета на 20%. Обтекание крыла в приближении плоской пластины, с учетом поддува вблизи возмущенной водной поверхности, численно исследовалось в работе 0.

Таким образом, выбранная постановка численного моделирования

полноразмерной аэродинамической компоновки с учетом обтекания лопастей винта отличается от подходов, ранее применяемых в работах [0, 0, 0, 0]. Между тем, с использованием численного моделирования осуществляется решение различных задач проектирования полноразмерных аэродинамических компоновок экранопланов. В работе [0] представлены результаты исследования влияния нестационарных эффектов движения экраноплана на характеристики устойчивости, в качестве которых выбраны собственные числа системы уравнений движения. Результаты исследования характеристик устойчивости продольного движения экраноплана по результатам моделирования экранной аэродинамики представлены в работах [0, 0, 0]. Характеристики движения экраноплана с учетом механизации на режимах взлета исследовались в работах [0, 0]. Валидация методов исследования аэродинамики экранопланов на основе CFD-подхода по результатам испытаний в аэродинамических трубах [0, 0, 0] демонстрирует хорошее согласование значений аэродинамических характеристик, полученных в расчетах и в экспериментах. Таким образом, использование CFD-технологий для исследования аэродинамического влияния поддувного течения на обтекание полноразмерной компоновки экраноплана представляется обоснованным.

2. Постановка задачи исследования

Исследуется аэродинамика компоновки крыла и движительно-поддувного устройства (рис. 1), при различных значениях скорости движения экраноплана на переходном режиме от старта к крейсерскому движению. Выбранная для исследования геометрическая модель компоновки является полноразмерной относительно гипотетического ЛПЭ со взлетной массой 0,5...1 т: таким образом, исключается влияние масштабного эффекта на результаты исследования. Движительно-поддувное устройство содержит винт в кольцевой насадке, спрямляющие лопатки, пилон крепления к фюзеляжу. Плоскость упора и ось вращения винта жестко зафиксированы относительно крыла, угол установки крыла относительно экрана $\alpha=3^\circ$, зазор между задней кромкой крыла и экраном (в долях хорды крыла) $\bar{h}=0,05$. Используется гипотеза обращения движения. Исследуется обтекание половины модели относительно диаметральной плоскости симметрии. Скорость вращения винта принимается постоянной.

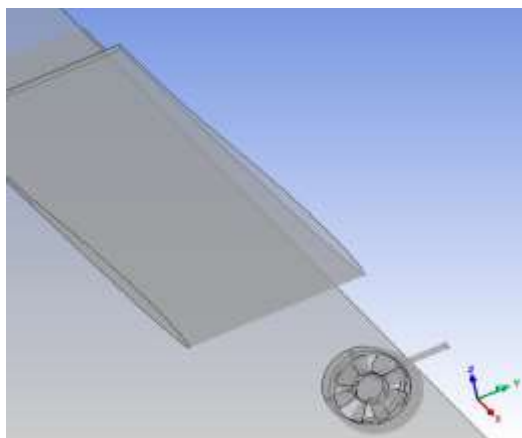


Рис. 1. Компоновка крыла и движительно-поддувного устройства, используемая в моделировании

Математическая постановка задачи включает численное решение осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса для вязкого турбулентного течения несжимаемой жидкости вблизи поверхности крыла под действием закрученного винтом потока (с учетом обтекания лопастей). Для замыкания системы уравнений неразрывности и

количества движения используется составная модель турбулентности Ментера SST, ранее применяемая для валидации методик CFD-моделирования аэродинамики экранопланов 0, 0, 0.

Для построения контрольно-объемной сеточной модели используется программное обеспечение ANSYS Fluent Meshing. Общее количество контрольных объемов сеточной модели составляет 33,7 млн, в том числе 2 млн пристеночных призм, для сопряжения которых с тетраэдрами применялись пирамиды. Вид сетки на поверхности лопастей винта представлен на рисунке 2.

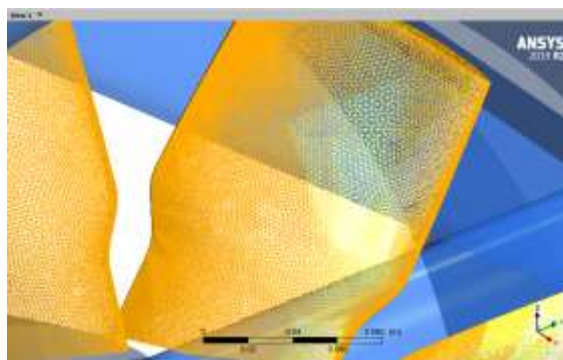


Рис. 2. Сетка на поверхности лопастей винта

В качестве аэродинамического решателя использовался программный пакет ANSYS CFX, уравнения Навье-Стокса численно решались в квазистационарной постановке с применением противопоточной схемы интерполяции второго порядка (High Resolution). Шаг по времени принимался таким, чтобы один полный оборот винта моделировался не менее чем за 12 итераций. В расчетной области в качестве материала сплошной среды задан воздух при нормальных условиях. На внешних границах расчетной области, имеющей форму параллелепипеда, заданы граничные условия:

- втекания аэродинамического потока в моделируемую область течения со скоростью, по абсолютной величине равной скорости гипотетического движения компоновки, параллельно экрану (типа inlet);
- подвижного экрана со скоростью, равной скорости втекания потока в моделируемую область (типа moving wall);
- свободного истечения из моделируемой области без дополнительного перепада давления (типа Outlet);
- симметрии (типа Symmetry);
- свободного истечения на боковой и верхней стенках без дополнительного перепада давления (типа Opening).

Для области пространства внутри кольцевой насадки задано условие вращения воздуха, обтекающего лопасти винта. Соответственно, к внутренней поверхности кольцевой насадки, принадлежащей этой области, приложено граничное условие вращения в противоположном направлении. Сложение скоростей на границах сопряжения цилиндра с внешней областью течения осуществляется без дополнительных преобразований. Число Рейнольдса по скорости движения компоновки $Re \sim 10^7$.

3. Результаты исследования

Результаты численного моделирования экранной аэродинамики крыла с учетом поддува в виде зависимостей коэффициента тяги винта c_p **Ошибка! Источник ссылки не найден.** от относительной поступи λ **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, коэффициента сопротивления компоновки c_x (3) и аэродинамического качества K (4) от скорости движения V , представлены на рисунках 3, 4, 5.

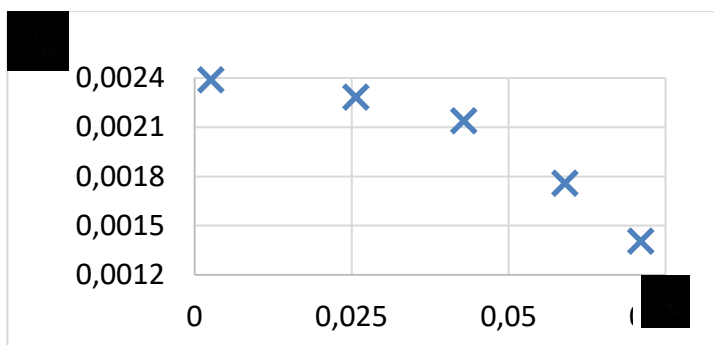


Рис. 3. Зависимость коэффициента тяги c_p от относительной поступи поддувного винта λ в составе компоновки ЛПЭ

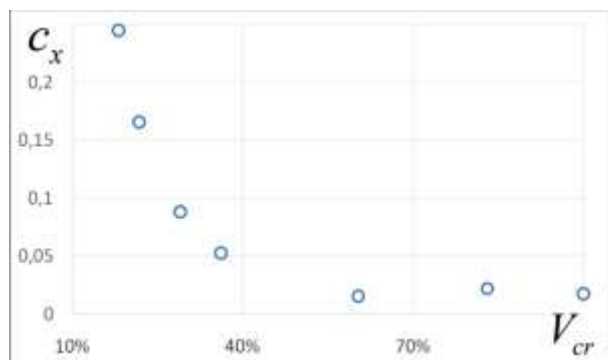


Рис. 4. Зависимость коэффициента сопротивления компоновки c_x от скорости движения, выраженной в процентах от крейсерской скорости V_{cr} .

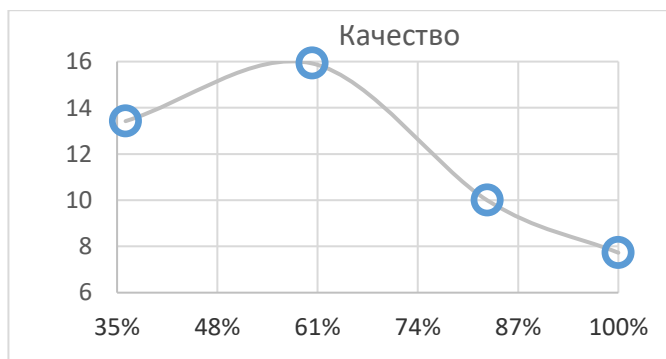


Рис. 5. Зависимость аэродинамического качества K от скорости движения компоновки, выраженной в процентах от крейсерской скорости V_{cr} .

Коэффициент тяги винта:

$$c_p = \frac{P}{\rho \varphi^2 D^4} \quad (1)$$

Тяга винта P (Н), плотность воздуха ρ (кг/м³), число оборотов в секунду φ (с⁻¹), диаметр винта D (м).

Относительная поступь:

$$\lambda = \frac{V}{\varphi D} \quad (2)$$

Коэффициент сопротивления компоновки:

$$c_x = \frac{2X}{\rho V^2 S} \quad (3)$$

где сила сопротивления $X(H)$, площадь крыла S (м^2).

Аэродинамическое качество:

$$K = \frac{Y}{X} \quad (4)$$

Подъемная сила $Y(H)$, действующая на компоновку со стороны встречного потока с учетом поддува.

4. Анализ результатов

Зависимость коэффициента тяги от относительной поступи винта в составе компоновки ЛПЭ, полученная по результатам численного моделирования, хорошо согласуется со справочными характеристиками винта, что свидетельствует о незначительном влиянии компоновки на характеристики работы движительно-поддувной установки. В то же время наблюдается нелинейная зависимость коэффициента сопротивления компоновки от скорости ее гипотетического движения с учетом поддува, что выходит за рамки классического определения коэффициента сопротивления летательного аппарата. Одновременно, зависимость аэродинамического качества компоновки от скорости движения с учетом поддува имеет ярко выраженный максимум вблизи значения $0,6V_{cr}$. Анализ выявленных эффектов может основываться на результатах исследования интерференции скоростей поддувного течения и набегающего потока вблизи передней кромки крыла по данным численного моделирования (рис. 6).

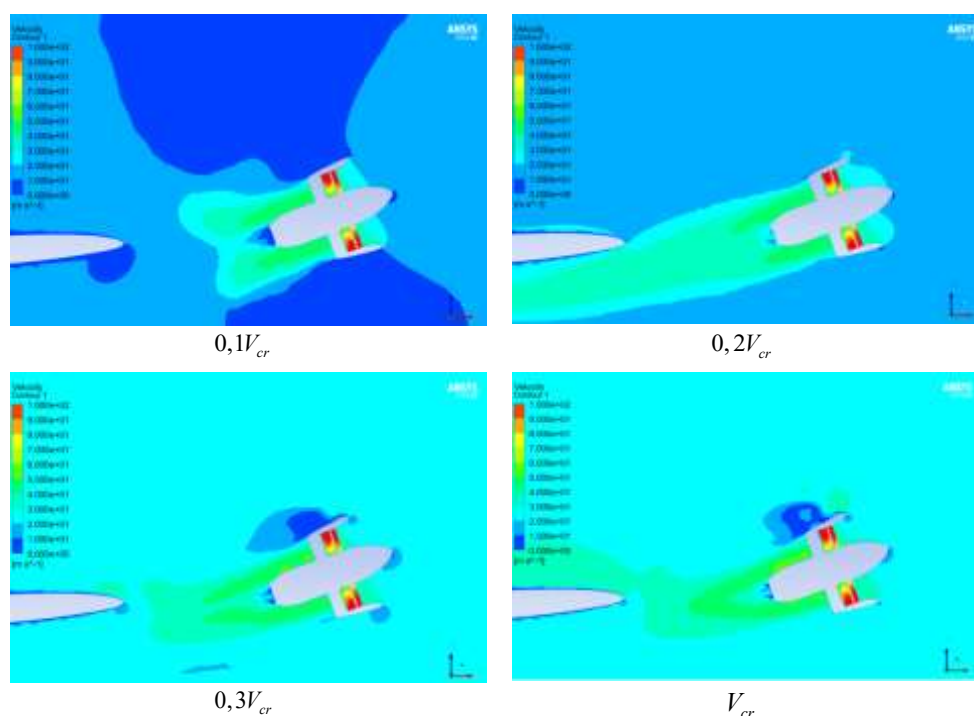


Рис. 6. Диаграммы распределения скорости аэродинамического течения в сечении миделя поддувного винта, полученные по результатам численного моделирования для разных скоростей движения

Данные, представленные на рис. 6, показывают, что при скоростях движения компоновки менее $0,2V_{cr}$ обтекание крыла формируется, главным образом, поддувным устройством. По мере увеличения скорости движения компоновки, при значениях $0,2V_{cr} \dots 0,3V_{cr}$ наблюдается направление потока поддувного течения под нижнюю поверхность крыла, что соответствует назначению системы поддува. При значениях скорости $0,3V_{cr}$ и выше поддувное течение перенаправляется набегающим потоком к передней кромке и верхней поверхности крыла, снижая тем самым подъемную силу и аэродинамическое качество, что подтверждают данные рисунков 4 и 5 в совокупности.

Заключение

1. По результатам численного моделирования экранной аэродинамики с использованием уравнений Навье-Стокса получены зависимости коэффициента тяги от относительной поступи поддувного винта в составе полноразмерной компоновки экраноплана, а также зависимости коэффициента сопротивления и аэродинамического качества от скорости с учетом поддувного течения. Показано, что интерференция набегающего потока и поддувного течения провоцирует нелинейный характер зависимостей аэродинамического сопротивления и качества компоновки от скорости движения при постоянном угле атаки крыла и постоянной высоте движения над экраном. Число Рейнольдса по скорости движения компоновки при этом меняется незначительно.

2. В ходе проектирования аэродинамической компоновки малого пассажирского экраноплана со стартовой системой поддува представляется целесообразным снабжать пилон поддувного устройства поворотным механизмом для изменения угла наклона плоскости упора винта. Тем самым синхронизация изменения установочного угла поддувного устройства с датчиком скорости встречного аэродинамического течения может способствовать увеличению аэродинамического качества компоновки, снижая тем самым затраты мощности на взлет и повышая показатель транспортной эффективности судна.

Список литературы:

- [1] Февральских А.В. Разработка методики проектирования аэрогидродинамической компоновки амфибийного судна на воздушной подушке с аэродинамической разгрузкой на основе численного моделирования: дис. ... канд. техн. наук. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2017. – 175 с.
- [2] Маскалик А.И. Экранопланы: транспортные суда 21 века / А.И. Маскалик, Р.А. Нагапетян, В.В. Иваненко, А.Г. Буглицкий, В.В. Томилин, А.И. Лукьянов – СПб.: Судостроение, 2005. – 576с.
- [3] Rozhdestvensky K.V. Wing-in-ground effect vehicles / K.V. Rozhdestvensky // Progress in aerospace sciences – 2006. – № 42. – pp.211–283.
- [4] Hirata N. Numerical Study on the Aerodynamic Characteristics of a Three-Dimensional Power-Augmented Ram Wing in Ground Effect / Nobuyuki Hirata // Journal of the Society of Naval Architects of Japan. – 1996. – № 179. – pp. 31–39.
- [5] Stern F.A Viscous Flow Approach to the Computation of Propeller-Hull Interaction / F. Stern, H.T. Kim, V.C. Patel, H.C. Chen // Journal of Ship Research – 1988. – Vol. 32. – No. 4. – pp. 246-262.
- [6] Zhigang Y. Complex Flow for Wing-in-ground Effect Craft with Power Augmented Ram Engine in Cruise / Yang Zhigang, Yang Wei // Chinese Journal of Aeronautics. – 2010. – № 23. – 2010. – pp. 1–8.
- [7] Tavakoli Dakhrabadi M. Hydro-aerodynamic mathematical model and multi-objective optimization of wing-in-ground effect craft in take-off / M.S. Seif, M. Tavakoli Dakhrabadi // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 2017. – pp.1–13.
- [8] Kornev N. On Unsteady Effects in WIG Craft Aerodynamics / N. Kornev // International Journal of Aerospace Engineering – 2019. – pp.1–14.
- [9] Matveev K. I. Aero-Hydrodynamic Aspects of Power-augmented Ram Wings / K.I. Matveev // Journal of Ship Research – 2013. – № 57(2).– pp.86–97.

- [10] Mojtaba Tahani. Aerodynamic performance improvement of WIG aircraft / Mojtaba Tahani, Mehran Masdari, Ali Bargestan // *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. – 2017. – Vol. 89. – № 1. – pp.120–132.
- [11] Juhee Lee. Computational analysis of static height stability and aerodynamics of vehicles with a fuselage, wing and tail in ground effect / Lee Juhee // *Ocean Engineering*. – 2018. – №168. – pp.12–22.
- [12] Mohammadhossein Nirooei. Aerodynamic and static stability characteristics of airfoils in extreme ground effect / Nirooei Mohammadhossein // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering* – 2018. – Vol. 232(6). – pp. 1134–1148.
- [13] Dongli Ma. Sea-unammned aerial vehicle takeoff characteristics analysis method based on approximate equilibrium hypothesis / Dongli Ma, Zhi Li, Muqing Yang, Yang Guo, Haode Hu. // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering* – 2018. – Vol. 232(6). – pp.1–12.
- [14] Xuan Zhang. Computation of Flow Field of an Airfoil with Gurney Flap in Ground Effect / Xuan Zhang, Qiulin Qu, Ramesh K. Agarwal // *35th AIAA Applied Aerodynamics Conference*. – 2017. – doi:10.2514/6.2017-4466.
- [15] Блохин В.Н. Применение методов вычислительного эксперимента для определения аэродинамических характеристик экраноплана на крейсерском режиме движения / В.Н. Блохин, В.М. Прохоров, П.С. Кальясов, А.К. Якимов, А.В. Туманин, В.В. Шабаров // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. – 2012. – № 3(1). – с. 147–154.
- [16] Лобачев М.П. Сравнительный анализ двух подходов к разработке аэрогидродинамической компоновки скоростного амфибийного судна / М.П. Лобачев, П.С. Кальясов, А.И. Лукьянов, А.В. Февральских, В.В. Шабаров // *Морской вестник*. – 2017. – №3(63). – с. 22–27.

NUMERICAL INVESTIGATION OF AERODUNAMIC INTERFERENCE OF WING IN GROUND EFFECT AND POWER AUGMENTED RAM ON TAKEOFF MOTION MODE

Fevralskikh Andrey V., *Candidate of Engineering Sciences, Lead CFD Engineer, CADFEM CIS, 46, Suzdalskaya st, Moscow, 111672*

Keywords: wing in ground effect vehicle, power augmented ram, aerodynamics numerical simulation, ANSYS CFD

Annotation. The Power Augmented Ram (PAR) effects on the aerodynamic characteristics of Lightweight Wing in Ground (LWIG) effect vehicle layout on the take-off motion mode is investigated. The technology of numerical simulation of ground effect aerodynamics (CFD-simulation) is exploited as a research instrument. In present study CFD-simulation is based on solving of Reynolds averaged Navier-Stokes equations for viscous turbulence incompressible flow, with $k-\omega$ SST turbulence model. The full-scale aerodynamic layout of LWIG-vehicle with take-off weight 0,5-1 tones used for CFD-simulation includes wing and PAR-system consisting of a propeller, an annular nozzle, straightening vanes and a pylon for attaching to the fuselage. The mesh model created in ANSYS Fluent Meshing contains 33.7 million finite elements. The annular nozzle limits the region containing the rotor blades in which the condition for the rotation of the air is specified. In CFD-simulations for different values of LWIG vehicle motion speed the ground clearance is applied as a constant with 0,05 wing chord lengths. Using the results of CFD-simulation the thrust coefficient versus advance ratio, the drag coefficient and the lift-to-drag ratio of LWIG layout versus velocity dependency graphs are plotted. The dependency of the thrust coefficient versus advance ratio of propeller in the layout composition are in good agreement with the theoretical data. The dependencies of the drag coefficient and the lift-to-drag ratio versus velocity are non-linear, whereas the lift-to-drag ratio belongs to the range from 8 to 16 units. The diagrams of the aerodynamic flow speed distribution in a vertical section along the propeller axis at different values of motion velocity are presented. The diagrams show that with the increasing of LWIG velocity motion the PAR generated flow will be directed from bottom to upper surface of wing as a result of the aerodynamic interference of counterflux and PAR generated flow. It seems possible to neutralize this effect leading to lift-to-

drag ratio and PAR efficiency decreasing by using the mechanism, which can change the installation angle of PAR in motion process.

References:

- [1] Fevralskikh A.V. Development of wing-in-ground effect hovercraft design method based on computational fluid dynamics (PhD thesis). Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 2017, p.175.
- [2] Maskalik A.I. Ekranoplany: transportnye suda 21 veka [Wing-in-ground effect vehicle: transport vessels of 21st century]. Sankt-Peterburg, Sudostroenie, 2005, 576 p.
- [3] Rozhdestvensky K.V. Wing-in-ground effect vehicles. Progress in aerospace sciences, 2006, no. 42, pp.211-283.
- [4] Nobuyuki Hirata. Numerical Study on the Aerodynamic Characteristics of a Three-Dimensional Power-Augmented Ram Wing in Ground Effect. Journal of the Society of Naval Architects of Japan, 1996, no. 179, pp. 31-39.
- [5] Stern F., Kim H.T., Patel V.C., Chen H.C. A Viscous-Flow Approach to the Computation of Propeller-Hull Interaction, Journal of Ship Research, 1988, vol. 32, no. 4, pp. 246-262.
- [6] Yang Zhigang, Yang Wei. Complex Flow for Wing-in-ground Effect Craft with Power Augmented Ram Engine in Cruise, Chinese Journal of Aeronautics, 2010, no. 23, 2010, pp.1-8.
- [7] Seif M.S., Tavakoli Dakhrabadi M. Hydro-aerodynamic mathematical model and multi-objective optimization of wing-in-ground effect craft in take-off. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 2017, pp.1-13.
- [8] Kornev N. On Unsteady Effects in WIG Craft Aerodynamics. International Journal of Aerospace Engineering, 2019, pp.1-14.
- [9] Matveev K.I. Aero-Hydrodynamic Aspects of Power-augmented Ram Wings. Journal of Ship Research, 2013, no.57(2), pp.86-97.
- [10] Mojtaba Tahani, Mehran Masdari, Ali Bargestan. Aerodynamic performance improvement of WIG aircraft. Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 2017, vol. 89, no. 1, pp.120-132.
- [11] Juhee Lee. Computational analysis of static height stability and aerodynamics of vehicles with a fuselage, wing and tail in ground effect. Ocean Engineering, 2018, no. 168, pp.12-22.
- [12] Mohammadhossein Nirooei. Aerodynamic and static stability characteristics of airfoils in extreme ground effect. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 2018, vol. 232(6), pp. 1134-1148.
- [13] Dongli Ma, Zhi Li, Muqing Yang, Yang Guo, Haode Hu. Sea-unammned aerial vehicle takeoff characteristics analysis method based on approximate equilibrium hypothesis. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 2018, vol. 232(6), pp.1-12.
- [14] Xuan Zhang, Qiulin Qu, Ramesh K. Agarwal. Computation of Flow Field of an Airfoil with Gurney Flap in Ground Effect. 35th AIAA Applied Aerodynamics Conference, 2017, doi:10.2514/6.2017-4466.
- [15] Blokhin V.N., Prokhorov V.M., Kal'yasov P.S., YAkimov A.K., Tumanin A.V., Shabarov V.V. Primenenie metodov vychislitel'nogo eksperimenta dlya opredeleniya aerodinamicheskikh kharakteristik ekranoplana na kreyserskom rezhime dvizheniya [The application of computer simulation for the determination of wig craft aerodynamic characteristics in a cruising regime]. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2012, no. 3, pp.147-154.
- [16] Lobachev M.P., Kalyasov P.S., Lukyanov A.I., Fevralskikh A.V., Shabarov V.V. Sravnitel'nyj analiz dvuh podhodov k razrabotke aerogidrodinamicheskoy komponovki skorostnogo amfibijnogo sudna [Comparative analysis of two approaches to the development of aerohydrodynamics configuration of a high-speed amphibian vessel]. Morskoy Vestnik, no. 63 (3), 2017, pp.22-27.

Статья поступила в редакцию 18.11.2019 г.

Раздел III

**Финансовые и учетно-аналитические
проблемы современной экономики**



Section III

***Financial and accounting-analytical
problems of the modern economy***



УДК 336.1

Крайнова Вера Владимировна, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, проректор по УМР, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
e-mail: kraïnova@vgavt-nn.ru

Упадышева Елена Владимировна, аспирант кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
e-mail: upadysheva@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Волжский государственный университет
водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ В ЧАСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ПРИНЦИПА ФИНАНСОВОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ МЕСТНЫХ БЮДЖЕТОВ

Ключевые слова: бюджет, доходы, расходы, налоговые поступления, финансовый контроль, эффективность, муниципальная программа.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы финансового контроля за правильностью формирования и эффективностью использования бюджетных средств. Перечислены основные формы и методы финансового контроля, рассмотрена их применимость на примере бюджетов муниципальных образований Нижегородской области. Приведены расчеты показателей, установленных законодательно, являющихся контрольной мерой за эффективностью формирования доходной части и расходования средств бюджетов муниципальных образований. По результатам проведенного расчета и анализа существующей системы финансового контроля установлено, что все используемые в данной системе оценки показатели финансового контроля позволяют определить эффективность расходования бюджетных средств, но не обеспечивают взаимосвязь и оценку зависимости эффективности формирования доходов бюджета и эффективности расходования бюджетных средств. Авторами предложено, что данную взаимозависимость можно установить, введя показатель пропорций распределения бюджетных расходов (в расчете на одного жителя) по муниципальным программам, сгруппированным по основным направлениям деятельности. По результатам проведенного анализа формирования бюджетов муниципальных образований с использованием программно-целевого подхода при проведении финансового контроля эффективности реализации самих программ выявлено значительное преобладание доли расходов на социальные программы и общегосударственные вопросы над расходами по финансированию инфраструктурных программ и программ развития реального сектора экономики. В связи с этим, авторами было предложено в систему оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления ввести показатель «Доля расходов бюджета на поддержку и развитие реального сектора экономики».

В современных условиях постоянно меняющейся экономической ситуации, находящейся под влиянием внешнеэкономических факторов и вливания иностранных инвестиций в российскую экономику, бюджетное планирование и само функционирование бюджетной системы вынуждены гибко приспосабливаться к требованиям времени с проведением предварительного, текущего и последующего контроля за правильностью формирования бюджета и эффективностью использования бюджетных средств.

И это понятно, поскольку бюджетная сфера является наиболее уязвимой с точки зрения проведения финансового контроля, так как на органах власти лежит ответственность одновременно и за формирование доходной базы бюджета, и за рациональное

использование бюджетных средств в соответствии с интересами и потребностями общества, проживающего на конкретной территории.

Бюджетный контроль, как один из видов финансового контроля по отношению к уровням власти, подразделяется на бюджетный контроль соответственно федерального, регионального и местного уровня. Основными формами и методами проведения бюджетного контроля являются: проверка (документальная и фактическая), обследование, анализ, ревизия и аудит эффективности.

В свою очередь, документальная и фактическая проверки могут производиться различными методами. Так, документальная проверка может проводиться путем формальной и арифметической проверки, встречной проверки, юридической, экономической и финансовой оценки совершения определенных операций, нормативной проверки и экономико-математических методов, используемых, как правило, на этапе предварительной проверки при составлении проекта бюджета. Конкретными методами проведения фактических проверок являются: инвентаризация, экспертная оценка и визуальное наблюдение.

В части проведения финансового контроля за формированием и расходованием бюджетных средств наиболее применимыми методами выступают: документальная проверка, анализ и аудит эффективности.

Наибольшее предпочтение в последнее время как в системе государственных финансов, так и в российских акционерных обществах отдается аудиту [1]. Относительно проведения финансового контроля за формированием и расходованием бюджетных средств – это аудит эффективности, не только аудит эффективности использования бюджетных средств, но и аудит эффективности формирования доходов бюджетов.

В качестве объекта исследования данной статьи рассмотрим показатели местных бюджетов, выступающих в наше время гарантом стабильности развития отдельных территорий.

К собственным доходам местного бюджета, характеризующим финансовую самостоятельность, относятся налоговые поступления (НДФЛ, земельный налог, налог на имущество физических лиц, ЕНВД, ЕСХН, патенты) [2, ст. 61–61.5] и неналоговые доходы, представленные, в основном, доходами от продажи и сдачи в аренду муниципального имущества, штрафов, госпошлин и других платежей [2, ст. 62]. Налоговая база, формируемая на территории муниципальных образований, является основным источником собственных доходов местных бюджетов и характеризует финансовую самостоятельность территории. Так, налогом, составляющим основную часть налоговых доходов местного бюджета, выступает налог на доходы физических лиц, исчисляемый и уплачиваемый в бюджетную систему с фонда оплаты труда работников, занятых в экономике соответствующего муниципального образования. Собранный на территории налог в доле, ежегодно определяемой обязательными нормативами отчислений, устанавливаемыми законом субъекта РФ [2, ст. 8] о бюджете на соответствующий финансовый год (иногда норматив отчисления в местный бюджет устанавливается на уровне 100%), поступает в бюджеты муниципальных образований и распределяются по поселениям. При этом, поскольку основная часть налогов, формируемых за счет производимого на территориях валового продукта, куда можно отнести и НДС, и налог на прибыль, и акцизные отчисления, оседает в федеральном и региональных бюджетах, то на исполнение отдельных полномочий и обеспечение функционирования социальной сферы в бюджеты муниципальных образований поступают межбюджетные трансферты соответствующего назначения (безвозмездные перечисления от бюджетов других уровней), доля которых в совокупных доходах местных бюджетов составляет, как правило, более 50%.

Однако в целях оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления в части исполнения полномочий по формированию бюджетных доходов целесообразно применять именно показатель доли собственных доходов в общих доходах бюджета муниципального образования.

В качестве контрольной меры за эффективностью формирования доходной части и расходования средств бюджетов муниципальных образований является контроль показателей, установленный законодательно [3], [4].

Так, в частности, системой контрольной оценки предусмотрен показатель доли налоговых и неналоговых доходов местного бюджета, за исключением поступлений налоговых доходов по дополнительным нормативам отчислений, в общем объеме собственных доходов бюджета муниципального образования без учета субвенций, в процентах, позволяющий оценить финансовую самостоятельность муниципального образования.

Анализ значений данного показателя за 2018 год в разрезе муниципальных образований Нижегородской области, проведенный на основе данных, размещаемых на официальном сайте Министерства экономического развития и инвестиций Нижегородской области, представлен на рисунке 1.

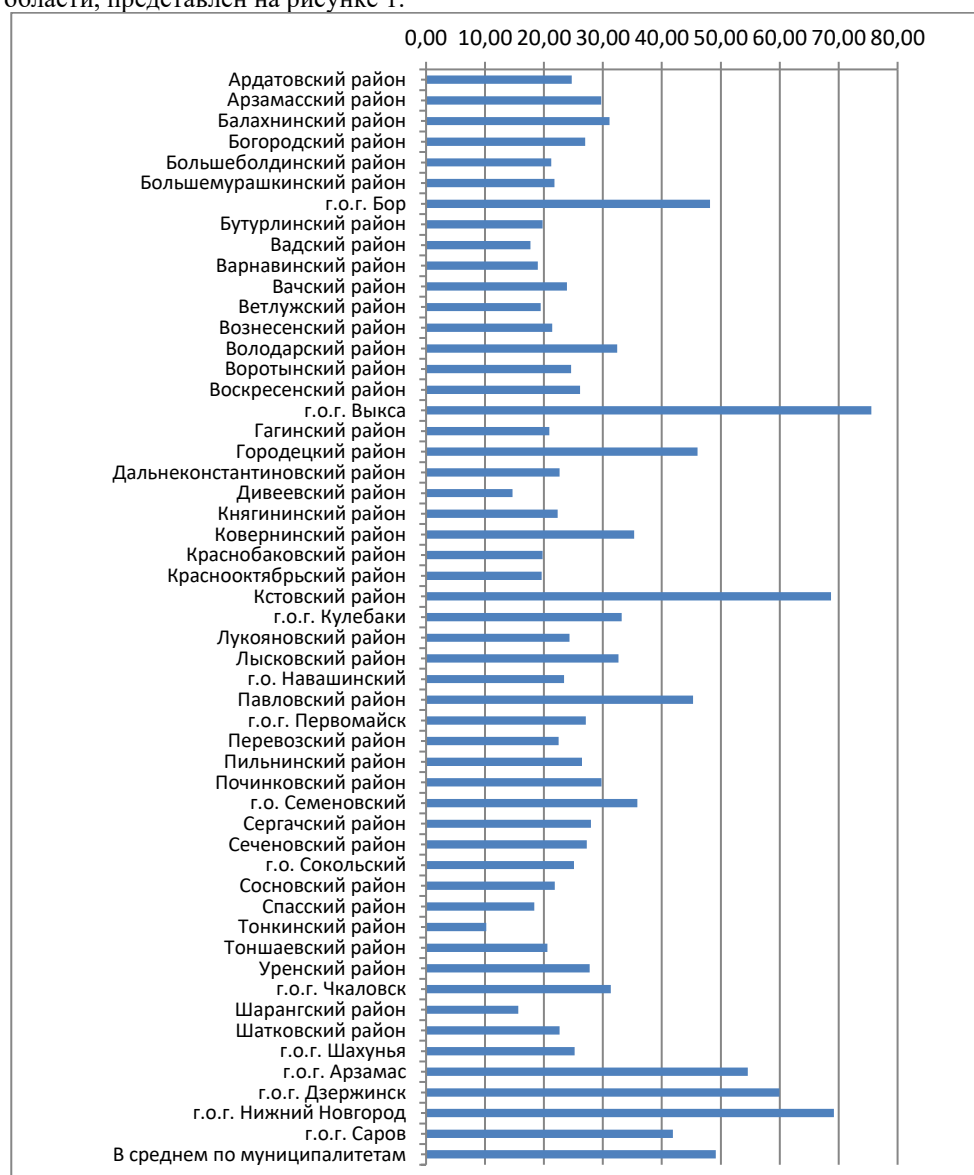


Рис. 1. Значения контрольного показателя оценки финансовой самостоятельности муниципальных образований Нижегородской области за 2018 год

Как видно из представленных данных, большей финансовой самостоятельностью характеризуются наиболее крупные по численности населения и промышленному потенциалу муниципальные образования области, такие как г.о.г. Н.Новгород – 69,22%, г.о.г. Выкса – 75,54%, Кстовский район – 68,72%, г.о.г. Дзержинск – 59,96% и г.о.г. Арзамас – 54,56%. Основная же масса муниципалитетов имеет значение данного показателя на уровне ниже 30%. Среднее значение показателя по всем муниципальным образованиям Нижегородской области составляет 49,13%, что в целом свидетельствует о финансовой зависимости муниципалитетов от поступления межбюджетных трансфертов.

Финансовый аудит расходной части бюджета представляет не меньший интерес и в последние годы набирает все большую популярность.

Понятие аудита эффективности расходования бюджетных средств как нового вида государственного финансового контроля впервые было зафиксировано в Лимской декларации руководящих принципов контроля, принятой в 1977 году девятым Конгрессом Международной организации высших контрольных органов.

В наши дни аудит эффективности использования муниципальных бюджетов дополняется все новыми методами и предполагает проверку соблюдения принципов экономности, продуктивности и результативности деятельности проверяемых органов власти.

Соблюдение принципа экономности проверяется в части получения экономии органами местного самоуправления и бюджетными учреждениями в рамках выполнения требований к проведению закупочной деятельности [6].

В научной публицистике довольно широко исследуется проблема полноты и эффективности проведения финансового контроля за расходованием бюджетных средств, рассматривается опыт зарубежных стран [7, с. 2–4], [8, с. 70–80], [9, с. 72–75], [10, с. 11–45], [14–16].

Система показателей оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления, утвержденная в нашей стране, также содержит показатели, характеризующие эффективность расходования бюджетных средств. В частности, в указанной системе присутствует контрольный показатель расходов бюджета муниципального образования на содержание работников органов местного самоуправления (в рублях в расчете на одного жителя муниципалитета). В разрезе муниципальных образований Нижегородской области значение данного показателя по итогам 2018 года варьируется от 1080 рублей до 5816 рублей на одного жителя муниципального образования. Графический анализ значений показателя представлен на рисунке 2.

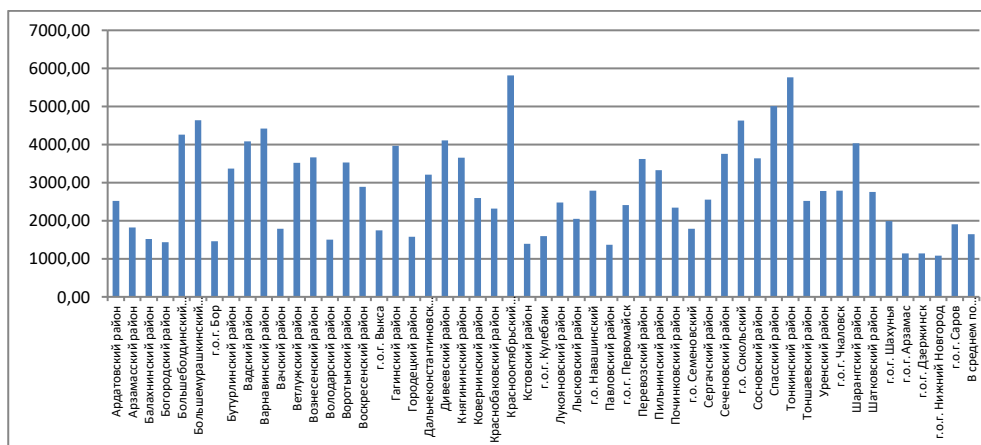


Рис. 2. Расходы на содержание органов местного самоуправления в расчете на одного жителя в разрезе муниципальных образований Нижегородской области, рублей

В представленных данных наблюдается обратная зависимость рассматриваемого показателя от численности населения соответствующего муниципального образования. При этом наиболее эффективным считается муниципалитет, расходы которого на содержание работников органов местного самоуправления в расчете на одного жителя минимальные. Таким муниципалитетом по итогам 2018 года является городской округ г. Нижний Новгород (1080 руб. в расчете на одного жителя).

Системой рассматриваемой контрольной оценки определен также ряд показателей уровня финансирования основных задач жизнеобеспечения территории, таких как объем расходов на общее образование, повышение энергоэффективности бюджетных учреждений, повышение заработных плат работников образования, культуры, спорта и других категорий работников бюджетной сферы.

Все используемые в данной системе оценки показатели финансового контроля позволяют определить эффективность расходования бюджетных средств, но не обеспечивают взаимосвязь и оценку зависимости эффективности формирования доходов бюджета и эффективности расходования бюджетных средств.

Данную взаимозависимость можно установить, введя показатель пропорций распределения бюджетных расходов (в расчете на одного жителя) по муниципальным программам, сгруппированным по основным направлениям деятельности.

Благодаря полному переходу за последнее десятилетие к использованию программно-целевого подхода при формировании бюджетов муниципальных образований (в соответствии с которым от 80 до 95 % бюджетных расходов распределяются в рамках муниципальных программ) обеспечивается принцип прозрачности бюджетных расходов по конкретным направлениям деятельности. Эффективность реализации самих программ при этом определяется достижением установленных индикаторов. Однако, ряд экономистов в трудах, изучающих порядок бюджетного финансирования в форме целевых программ (федеральных региональных, муниципальных) высказываются о необходимости «сокращения количества финансируемых государственных целевых программ для усиления контроля над эффективностью их реализации» [11] и «приведения содержания и структуры государственных программ в соответствие основным положениям майского 2018 г. Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», стратегии инновационного развития страны для формирования условий ускоренной технологической модернизации промышленности («технологического рывка»); а также снижения количества целевых показателей государственных программ, по большинству из которых не ведется статистическое наблюдение Росстатом, что делает невозможным оценку их выполнения» [12].

Изучив состав программных расходов муниципалитетов Нижегородской области, авторы провели анализ группировки программных расходов по трем основным направлениям муниципальных программ:

- 1) социальные программы и общегосударственные вопросы;
- 2) инфраструктурные программы (строительство и ремонт социальной, инженерной, коммунальной и транспортной инфраструктуры), обеспечивающие условия функционирования экономики территории;
- 3) программы развития реального сектора экономики (финансовая поддержка сельскохозяйственных производителей, поддержка предприятий промышленности, торговли, субъектов малого и среднего предпринимательства и др.), обеспечивающие сохранение и развитие налоговой базы, формируемой на территории муниципалитета.

Распределение программных расходов муниципальных образований Нижегородской области по трем перечисленным направлениям в процентном соотношении в 2019 году (в соответствии с решениями о бюджете муниципальных образований на 2019 год) представлено на рисунке 3.

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о значительном преобладании доли расходов на социальные программы и общегосударственные вопросы над

расходами по финансированию инфраструктурных программ и программ развития реального сектора экономики независимо от численности населения муниципального образования.

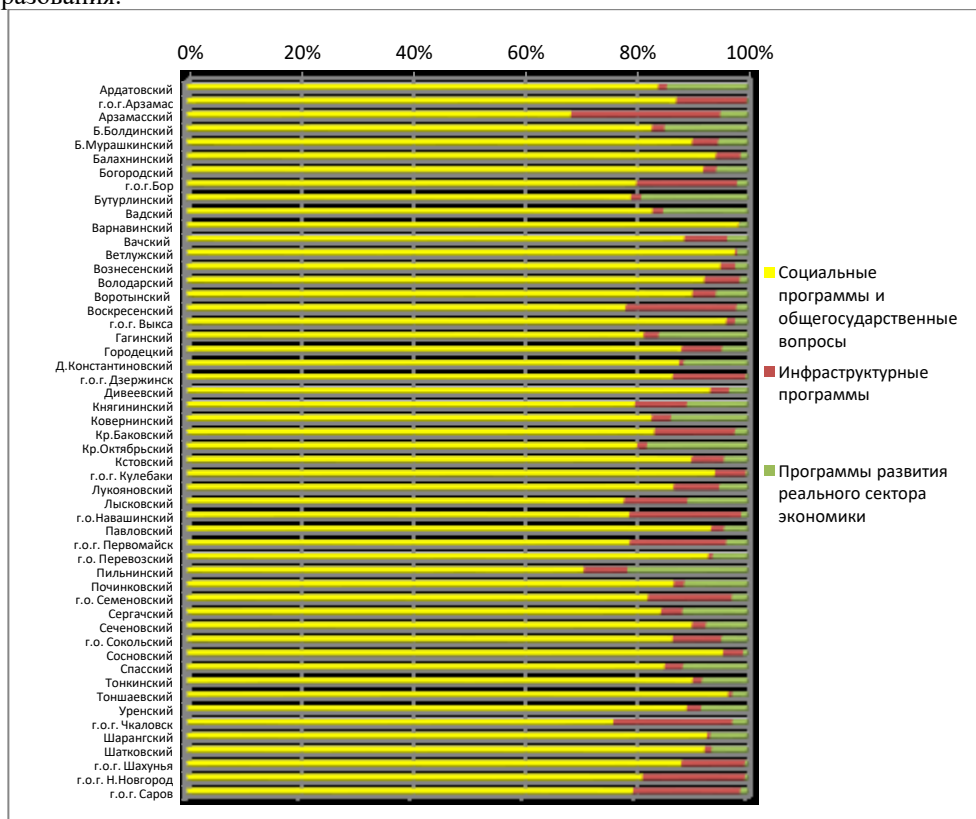


Рис. 3. Пропорции распределения программных расходов по основным направлениям деятельности в расчете на одного жителя муниципального образования, рублей

При этом распределение расходов по основным группам программ в расчете на одного жителя тех же муниципальных образований выглядит следующим образом (рисунок 4):

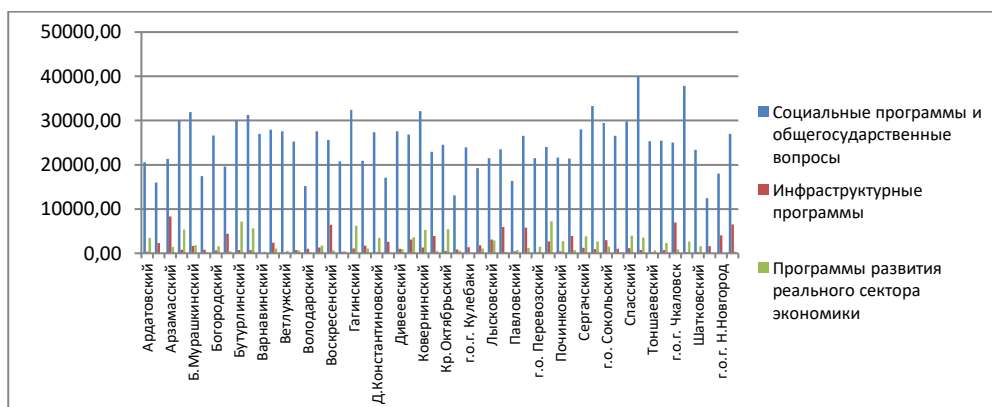


Рис. 4. Расходы местных бюджетов по основным направлениям деятельности в расчете на одного жителя муниципального образования, рублей

Из представленной диаграммы также видно, что в расчете на одного жителя соответствующего муниципалитета структура программных расходов остается неизменной, характеризующейся преобладанием расходов на выполнение социально значимых задач над расходами на развитие инфраструктуры и поддержку реального сектора. Так, на одного жителя в среднем приходится 20 тысяч рублей бюджетных расходов на социальную сферу и гособеспечение (значения варьируются от 12 тысяч до 40 тысяч рублей), на строительство инфраструктуры в среднем расходуется около 3 тысяч рублей (2936,13 руб.) на человека (от 34 рублей до 8313 рублей на одного жителя), на поддержку реального сектора экономики при этом в среднем расходуется 705 рублей на одного жителя (от 1,35 руб. до 7238, 14 руб. на человека). Но ведь именно реальный сектор экономики создает основной общественно полезный продукт и создает предпосылки для развития социальной сферы.

Поскольку такие пропорции характерны для всех рассмотренных территорий, то, по мнению авторов, в систему аудита эффективности бюджетных расходов, и в частности в систему оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления, следует ввести показатель «Доля расходов бюджета на поддержку и развитие реального сектора экономики», что позволит, во-первых, стимулировать развитие экономики на местах, и, во-вторых, обеспечить комплексность проведения финансового контроля в отношении эффективности формирования доходной части бюджета (доля налоговых поступлений в собственных доходах) и направления части расходов бюджета на поддержку бизнеса (предприятий и предпринимателей), выступающих гарантом наращивания налогового потенциала и повышения финансовой самообеспеченности территорий. Кроме того, в целях избежания или хотя бы минимизации рисков появления ошибок при планировании и исполнении бюджетов стоит внедрять «принципы модельного бюджета, применение которого обеспечит выделение средств на поддержку предпринимательской деятельности и экономики, и такая система в настоящее время уже доводится до муниципалитетов» [13].

Список литературы:

- [1] Крайнова В.В., Крайнова И.С. Ревизионная комиссия как субъект контроля в акционерных судходных компаниях: проблемы и решения / В.В.Крайнова, И.С.Крайнова // Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек: Интернет журнал широкой научной тематики. – 2018. – Вып. 7. – Режим доступа: <http://вф-река-море.рф/> (0,2 печ.л.).
- [2] «Бюджетный кодекс Российской Федерации» от 31.07.1998 № 145-ФЗ (ред. от 02.08.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2019).
- [3] Указ Президента РФ от 28.04.2008 № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов».
- [4] Постановление Правительства РФ от 17 декабря 2012 г. № 1317 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления».
- [5] Официальный сайт министерства экономического развития и инвестиций Нижегородской области <https://minec.government-nnov.ru>.
- [6] Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 № 44-ФЗ.
- [7] Бурмистров А.С. Государственный контроль финансов – проблемы правового и организационного обеспечения / Бурмистров А.С. // Российская Юстиция. – 2010 г. – № 6.
- [8] Васильева М.В. Особенности контрольно-счетных систем зарубежных стран и опыт их интеграции / Васильева М.В. // Финансы и кредит. – 2009 г. – № 6 (342).
- [9] Прокофьев С.Е. Бюджетное администрирование в германии / Прокофьев С.Е. // Финансы. – 2002 г. – № 9.

- [10] Малышевский А.Ф. Региональные органы власти и органы местного самоуправления на пути к созданию эффективной системы управления, ориентированной на конечный общественно значимый результат/ Малышевский А.Ф. // Мир человека. -2007. – № 4.
- [11] Пумбрасова Н.В., Тырин А.А. Оптимизация бюджетных расходов в условиях экономического кризиса /Н.В.Пумбрасова, А.А.Тырин// Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек: Интернет журнал широкой научной тематики. – 2016. – Вып. 5. – Режим доступа: <http://вф-река-море.рф/> (0,3 печ.л.).
- [12] Абдикеев Н.М., Тютюкина Е.Б., Богачев Ю.С., Морева Е.Л. Оценка эффективности финансово-экономических механизмов государственного стимулирования инновационной активности в России/Н.М. Абдикеев, Е.Б.Тютюкина, Ю.С.Богачев, Е.Л.Морева//Финансы: теория и практика. – 2018. – т. 22. № 5 (107). – С. 40-55.
- [13] Пумбрасова Н.В., Богданова А.А. Совершенствование бюджетного планирования посредством применения инновационного подхода в условиях внедрения цифровой экономики (на материалах Нижегородской области)/ Н.В.Пумбрасова, А.А.Богданова// В сборнике: Учетно-аналитические инструменты развития цифровой экономики материалы и доклады X национальной научно-практической конференции. – 2018. – С.147-151.
- [14] Rakauskienė O.G. The public economic policy (fiscal, foreign trade and social policy)/ Rakauskienė O.G.//Monography. Vilnius: Mykolo Romeris universiteto press center. – 2006. – Pp. 215-317.
- [15] Buskeviciute E. Public Finances. Kaunas: Technologija/ Buskeviciute E. //- 2008. -Pp. 57-144.
- [16] Піхоцький В.Ф. Система державного фінансового контролю в Україні: концептуальні засади теорії та прак. Соціально-економічне управління: теорія і практика/ Піхоцький В. Ф. //- № 3(34) 2018 тики : дис. ... д-ра екон. наук. 08.00.08. – Львів. – 2015. – 530 с.

MODERN ASPECTS OF FINANCIAL CONTROL OF THE BUDGETARY SPHERE IN TERMS OF COMPLIANCE WITH THE PRINCIPLE OF FINANCIAL INDEPENDENCE OF LOCAL BUDGETS

*Krainova Vera V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
of the Department of Accounting, Analysis and Finance, Vice-rector for UMR,
Volga State University of Water Transport*

*Upadysheva Elena V., post-graduate student of the Department of Accounting,
Analysis and Finance,
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951*

Keywords: budget, revenues, expenses, tax revenues, financial control, efficiency, municipal program.

Annotation. The article deals with the issues of financial control over the correctness of the formation and efficiency of the use of budget funds. The main forms and methods of financial control are listed, their applicability on the example of budgets of municipalities of the Nizhny Novgorod region is considered. The calculations of indicators established by law, which are a control measure for the effectiveness of the formation of the revenue and expenditure of municipal budgets. According to the results of the calculation and analysis of the existing system of financial control, it is established that all the indicators of financial control used in this evaluation system allow to determine the efficiency of spending budget funds, but do not provide a relationship and an assessment of the dependence of the efficiency of budget revenues and the efficiency of spending budget funds. The authors suggest that this interdependence can be established by introducing an indicator of the proportions of the distribution of budget expenditures (per inhabitant) for municipal programs grouped by main activities. According to the results of the analysis of the formation of budgets of municipalities using the program-target approach in the financial control of the effectiveness of the programs themselves revealed a significant predominance of the share of expenditures on social programs and national issues over the costs of financing infrastructure programs and programs of development of the real sector of the economy. In this regard, the authors proposed to introduce the

indicator «Share of budget expenditures for support and development of the real sector of the economy» into the system of assessing the effectiveness of local governments.

References:

- [1] Kraynova V.V., Kraynova I.S. Revizionnaya komissiya kak sub"ekt kontrolya v aktsionnykh sudokhodnykh kompaniyakh: problemy i resheniya/ V.V.Kraynova, I.S.Kraynova// Problemy ispol'zovaniya i innovatsionnogo razvitiya vnutrennikh vodnykh putey v basseynakh velikikh rek: Internet zhurnal shirokoy nauchnoy tematiki. – 2018. – Vyp. 7. – Rezhim dostupa: <http://vf-reka-more.rf/> (0,2 pech.l.).
- [2] «Byudzhetnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii» ot 31.07.1998 № 145-FZ (red. ot 02.08.2019) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2019).
- [3] Ukaz Prezidenta RF ot 28.04.2008 № 607 «Ob otsenke effektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya gorodskikh okrugov i munitsipal'nykh rayonov».
- [4] Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 17 dekabrya 2012 g. № 1317 «O merakh po realizatsii Ukaza Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 28 aprelya 2008 g. № 607 «Ob otsenke effektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya gorodskikh okrugov i munitsipal'nykh rayonov» i podpunkta «i» punkta 2 Ukaza Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 7 maya 2012 g. № 601 «Ob osnovnykh napravleniyakh sovershenstvovaniya sistemy gosudarstvennogo upravleniya».
- [5] Ofitsial'nyy sayt ministerstva ekonomicheskogo razvitiya i investitsiy Nizhegorodskoy oblasti <https://minec.government-nnov.ru>.
- [6] Federal'nyy zakon «O kontraktnoy sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlya obespecheniya gosudarstvennykh i munitsipal'nykh nuzhd» ot 05.04.2013 № 44-FZ.
- [7] Burmistrov A.S. Gosudarstvennyy kontrol' finansov – problemy pravovogo i organizatsionnogo obespecheniya / Burmistrov A.S. // Rossiyskaya Yustitsiya. – 2010 g. – № 6.
- [8] Vasil'eva M.V. Osobennosti kontrol'no-schetnykh sistem zarubezhnykh stran i opyt ikh integratsii/ Vasil'eva M.V. // Finansy i kredit. – 2009 g. – № 6 (342).
- [9] Prokof'ev S.E. Byudzhetnoe administrirovanie v germanii / Prokof'ev S.E. // Finansy. – 2002 g. – № 9.
- [10] Malyshevskiy A.F. Regional'nye organy vlasti i organy mestnogo samoupravleniya na puti k sozdaniyu effektivnoy sistemy upravleniya, orientirovannoy na konechnyy obshchestvenno znachimyy rezul'tat/ Malyshevskiy A.F. // Mir cheloveka. -2007. – № 4.
- [11] Pumbrasova N.V., Tyrin A.A. Optimizatsiya byudzhetnykh raskhodov v usloviyakh ekonomicheskogo krizisa /N.V.Pumbrasova, A.A.Tyrin// Problemy ispol'zovaniya i innovatsionnogo razvitiya vnutrennikh vodnykh putey v basseynakh velikikh rek: Internet zhurnal shirokoy nauchnoy tematiki. – 2016. – Vyp. 5. – Rezhim dostupa: <http://vf-reka-more.rf/> (0,3 pech.l.).
- [12] Abdikeev N.M., Tyutyukina E.B., Bogachev Yu.S., Moreva E.L. Otsenka effektivnosti finansovo-ekonomicheskikh mekhanizmov gosudarstvennogo stimulirovaniya innovatsionnoy aktivnosti v Rossii/N.M. Abdikeev, E.B.Tyutyukina, Yu.S.Bogachev, E.L.Moreva//Finansy: teoriya i praktika. – 2018. – t. 22. № 5 (107). – S. 40-55.
- [13] Pumbrasova N.V., Bogdanova A.A. Sovershenstvovanie byudzhetnogo planirovaniya posredstvom primeneniya innovatsionnogo podkhoda v usloviyakh vnedreniya tsifrovoy ekonomiki (na materialakh Nizhegorodskoy oblasti)/ N.V.Pumbrasova, A.A.Bogdanova// V sbornike: Uchetno-analiticheskie instrumenty razvitiya tsifrovoy ekonomiki materialy i doklady X natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – 2018. – S.147-151.
- [14] Rakauskiene O.G. The public economic policy (fiscal, foreign trade and social policy)/ Rakauskiene O.G.//Monography. Vilnius: Mykolo Romerio universiteto press center. – 2006. – Pp. 215-317.
- [15] Buskeviciute E. Public Finances. Kaunas: Technologija/ Buskeviciute E. //- 2008. -Pp. 57-144.
- [16] Pikhots'kiy V.F. Sistema derzhavnogo finansovogo kontrolyu v Ukraini: kontseptual'ni zasadi teorii ta prak. Sotsial'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika/ Pikhots'kiy V. F. //- № 3(34) 2018 tiki : dis. ... d-ra ekon. nauk. 08.00.08. – L'viv. – 2015. – 530 s.

Статья поступила в редакцию 11.11.2019 г.

УДК 336.64

Скобелева Инна Петровна, д.э.н., профессор, зав. кафедрой Финансы и кредит
ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»

Бунакова Елена Васильевна, к.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «ГУМРФ
им. адмирала С.О. Макарова»

Котов Сергей Александрович, к.э.н., ФГБОУ ВО «ГУМРФ
им. адмирала С.О. Макарова»

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Государственный университет морского
и речного флота им. адмирала С.О. Макарова»
(ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»),
198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7

ФИНАНСОВО-ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ

Ключевые слова: интегрированные корпоративные структуры, финансовый потенциал, инвестиционный потенциал, синергия, морской и речной транспорт

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы идентификации и роли финансово-инвестиционного потенциала в обеспечении развития интегрированных структур водного транспорта, анализируется воздействие различных форм синергии на формирование этого потенциала. Для реализации поставленной задачи авторами используются методы контент-анализа, синтеза, сравнительного анализа и вербальных моделей, воспроизведенных в табличной форме. Статья содержит формализацию и анализ термина «финансово-инвестиционный потенциал», включая изучение факторов формирования этого потенциала при различных формах интеграции бизнеса, а также оценку влияния этих процессов на риски и финансово-экономическую эффективность судоходных компаний. Указывается значимость гибкости бизнеса в части построения современных интегрированных корпоративных структур для обеспечения эффекта реагирования на вызовы внешней среды.

В материалах представлен анализ ряда финансовых коэффициентов крупнейших российских судоходных компаний, активно участвующих в обновлении своего флота и являющихся частью интегрированных структур, свидетельствующий о позитивном влиянии интеграционных процессов на факторы риска и доходности при реализации финансово-инвестиционного потенциала. Моральное и техническое устаревание российского флота, несмотря на актуальность и внимание к проблеме со стороны государства и бизнеса, за последнее десятилетие лишь усилилось, что требует повышения активности в инвестиционной сфере.

Слабость рыночных механизмов реализации финансово-инвестиционного потенциала повышает значимость государственной поддержки в реализации проектов развития морского и речного транспорта, в первую очередь – через снижение рисков осуществления инвестиционной деятельности для обновления флота. В то же время российский транспортный бизнес вынужден оптимизировать свои бизнес-портфели, снижая зависимость от высокорискованных и низкомаржинальных направлений деятельности и концентрировать финансовые ресурсы на наиболее востребованных, в сложившейся на рынке ситуации, направлениях. Наилучшим механизмом для реализации этой задачи выступает разделение бизнес-единиц по функциональному принципу, что позволяет более гибко реагировать на изменение их финансово-инвестиционного потенциала.

Введение

В мировом экономическом пространстве значительная роль принадлежит интегрированным корпоративным структурам (ИКС), возникающим в результате

диверсификации и интеграции производств и капиталов. Возможности таких корпоративных структур в части инвестиционного роста и развития формируются за счет доступности для них существенных объемов финансовых ресурсов. Аккумуляция и эффективное использование таких ресурсов в связке с крупным производственным капиталом и масштабным финансово-инвестиционным потенциалом отражает ключевые преимущества интегрированного бизнеса.

Крупнейшие транспортные компании России, в том числе на водном транспорте, функционируют в форме интегрированных корпоративных структур. Интеграционные процессы обеспечили сохранение транспортного флота и портов в процессе трансформации экономических отношений в стране при переходе к рыночным механизмам функционирования и в дальнейшем создали импульс их развития на базе роста финансово-инвестиционного потенциала, обеспечив конкурентоспособность в глобальной экономике.

Основная часть

При всей значимости категории финансово-инвестиционного потенциала бизнеса как в теоретическом, так и практическом поле, научная литература практически не использует это понятие. Более того, отсутствует однозначная трактовка к определению формирующих его базовых компонентов – финансового и инвестиционного потенциала.

Предложенные различными исследователями определения содержания финансового потенциала компании представлены в табл. 1.

Таблица 1

Определение содержания финансового потенциала компании, представленные в научной литературе

Авторы	Варианты определения финансового потенциала
Павлов А.Ю., Бондин И.А., Павлова Д.Ю. [1]	Финансовый потенциал компании рассматривается как «результат оценки будущих доходов от реализации инвестиционных проектов, возможных к получению организацией при сложившихся рыночных параметрах (ценах, спросе и предложении, конкуренции и т.п.)». «Под структурными элементами финансового потенциала понимают все ресурсы, связанные с функционированием и развитием предприятия в финансовом аспекте».
Сухова Л.Ф. [2]	«Финансовый потенциал предприятия – это энергетический потенциал финансовой системы предприятия, обеспечивающий ее саморазвитие, самоустойчивость и самосохранение на определенный период времени». «Величина финансового потенциала предприятия – это потенциально возможный объем аккумуляции, отдачи, расходования финансовых ресурсов за счет его положения (финансового, экономического, территориального и пр.) относительно других предприятий, а также за счет любых других свойств самой финансовой системы предприятия».
Израйлева О.В. [3]	«Финансовый потенциал подразумевает собой потенциальные финансовые показатели деятельности предприятия (прибыльности, ликвидности, платежеспособности), его потенциальные инвестиционные возможности».
Канкиа А.Г. [4]	«Под финансовым потенциалом нефтяной компании следует понимать совокупность финансовых ресурсов предприятия, возможность их мобилизации, эффективного распределения и использования для достижения стратегических и тактических целей».

Источник: Составлено авторами на основании [1, 2, 3, 4].

Данные определения отражают диапазон различий в трактовке содержательной составляющей финансового потенциала компании – от финансовых показателей деятельности предприятия [3], результата оценки будущих доходов от реализации инвестиционных проектов [1, 5], что явно не раскрывает сущность рассматриваемого понятия, до избыточно широкой ее трактовки [2]; названные авторы акцентируют внимание не столько на сущности, сколько на факторах формирования финансового потенциала компании.

Финансовый потенциал компании, по мнению авторов, отражает ее способность аккумулировать финансовые ресурсы из разных источников – собственных и заемных, в том числе с финансового рынка – для текущей деятельности и развития, достижения стратегических и тактических целей.

Ключевой составляющей финансового потенциала компании является ее способность генерировать прибыль. Уровень и динамика прибыли и рентабельности компании определяют возможности самофинансирования, а также привлечения финансовых ресурсов с финансового рынка – банковских кредитов, эмиссии корпоративных облигаций и акций. Не менее важной компонентой финансового потенциала компании является ее заемный потенциал – способность привлекать долговой капитал, что в пределе характеризуется величиной долга, который компания способна обслужить без ущерба для эффективной деятельности компании, ее финансовой устойчивости.

Финансовый потенциал – стратегическая характеристика компании. Его формирование, поддержание и использование тесно увязано со стратегией развития компании, ее финансовым обеспечением, планированием структуры капитала, его источников. Особую значимость эта характеристика имеет для растущих, развивающихся компаний, реализующих стратегию инвестиционного роста, что требует сбалансированности финансового потенциала компании с инвестиционным.

Определение содержания инвестиционного потенциала компании также является дискуссионным вопросом, что отражено в табл. 2.

Таблица 2

**Определение содержания инвестиционного потенциала компании,
представленные в экономической литературе**

Авторы	Варианты определения инвестиционного потенциала
Шваков Е.Е., Троцковский А.Я. [6]	«Инвестиционный потенциал – это совокупность инвестиционных ресурсов, а также условий и возможностей для их эффективного вложения». «Сущность инвестиционного потенциала состоит в том, что он отражает не только совокупные способности экономических субъектов к вложению инвестиционных ресурсов в конкретные проекты, но и возможности данного субъекта хозяйственной деятельности по освоению инвестиционных ресурсов».
Муравьева Н.Н. [7]	«Инвестиционный потенциал представляет собой важнейшую характеристику состояния и перспективного использования ресурсных возможностей и источников развития коммерческой организации, является решающим в обеспечении экономического роста организации, играет важную роль в развитии других ее потенциальных возможностей (производственных, финансовых, маркетинговых и пр.) за счет инвестиционной деятельности».
Кармов Р.А. [8]	«Инвестиционный потенциал – это, прежде всего, совокупность собственных ресурсов, предназначенных для накопления и позволяющих добиться ожидаемого результата при их использовании. Инвестиционный потенциал характеризует возможность экономического субъекта самостоятельно реализовать некий инвестиционный проект без использования заемного капитала».

Авторы	Варианты определения инвестиционного потенциала
Лбова Е.С. [9]	«Инвестиционный потенциал понимается как максимально возможный объем внешних (банковские займы и кредиты, выпуск ценных бумаг, государственные субсидии) и внутренних (амортизационные отчисления, нераспределенная прибыль) инвестиционных ресурсов, аккумулированных на предприятии, создаваемый с целью накопления и позволяющий добиться ожидаемого результата при имеющихся возможностях».
Безлепкина Н.В. [10]	«Инвестиционный потенциал является, прежде всего, ресурсной характеристикой. Ресурсы инвестирования могут использоваться в различной степени и устремиться в разные сферы и объекты в зависимости от их привлекательности».

Источник: Составлено авторами на основании [6, 7, 8, 9, 10].

Все авторы определяют инвестиционный потенциал, прежде всего, как ресурсную характеристику компании. При этом следует отметить некорректность точки зрения Кармова Р.А. [8], сужающего понятие инвестиционного потенциала до совокупности собственных ресурсов для накопления.

Под *инвестиционным потенциалом* авторами настоящей статьи понимается способность компании обеспечивать достижение стратегических целей на основе эффективного формирования и использования инвестиционных ресурсов. Инвестиционный потенциал характеризует возможности компании по аккумуляции и эффективному использованию инвестиционных ресурсов для повышения стоимости компании.

Данное определение содержания инвестиционного потенциала отражает двойственную природу этой характеристики, включающей источники формирования инвестиционных ресурсов (собственные и заемные), а также возможности и направления эффективного использования инвестиционных ресурсов. Аналогичной точки зрения придерживаются Шваков Е.Е., Троцковский А.Я. [6], G. Hartmann [11] и ряд других исследователей.

Инвестиционные ресурсы служат источником формирования инвестиционного потенциала. В свою очередь, финансовые ресурсы компании – главный источник ее инвестиционных ресурсов; при этом инвестиционные ресурсы должны быть сбалансированы не только с финансовыми ресурсами, но и с инвестиционными потребностями компании. Таким образом, формируется более сложная категория – финансово-инвестиционный потенциал компании, предусматривающий необходимость баланса ее компонентов для достижения стратегических целей.

Слабый финансовый потенциал компании ограничивает реализацию ее инвестиционных потребностей, снижая общий уровень финансово-инвестиционного потенциала бизнеса, возможности роста и развития компании. Систематическое превышение финансового потенциала над инвестиционными потребностями компании является сигналом для изменения стратегии компании, в том числе, диверсификации ее деятельности, реализации и расширения интеграционных процессов.

Создание интегрированных корпоративных структур играет значительную роль в повышении финансово-инвестиционного потенциала бизнеса, что обусловлено увеличением финансовой мощи объединения, росте масштаба бизнеса, повышении его инвестиционной активности. Фундаментальной основой этого повышения является рост масштаба бизнеса и многофункциональная синергия – операционная, финансовая, управленческая, информационная и др. (табл. 3).

Таблица 3

Виды синергетического эффекта интегрированного бизнеса

Критерий классификации	Вид синергетического эффекта
Вид интегрируемых ресурсов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная синергия. Главный фактор, ее формирующий – эффект масштаба. Выражается в росте продаж и снижении затрат ИКС. 2. Финансовая синергия – проявляется в увеличении денежных потоков и снижении стоимости привлечения капитала объединенной структурой. 3. Инвестиционная синергия – возникает при интеграции в виде экономии инвестиционных ресурсов и возможности их дополнительного привлечения и эффективного использования. 4. Информационная синергия – формируется при использовании общих каналов информации, их рационализации, что обеспечивает дополнительные возможности приобретения информации о рынках и конкурентах. 5. Кадровая синергия – возникает при формировании команды квалифицированных менеджеров, включающей представителей всех фирм интегрированной структуры, более эффективного использования персонала, проведения совместного обучения, тренингов и т.д. 6. Синергия менеджмента (или управленческая синергия) – реализуется за счет создания единой системы управления.
Виды бизнеса, входящие в интегрированную корпорацию	<ol style="list-style-type: none"> 1. Производственная синергия – возникает при объединении производственных мощностей и организации взаимных поставок; 2. Инновационная синергия – проявляется вследствие взаимного обмена инновациями и технологиями между компаниями ИКС. 3. Маркетинговая синергия – формируется при объединении системы маркетинга в ИКС, при освоении новых направлений деятельности и выходе на новые рынки.
Уровень системности интеграции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системная синергия – возникает, во-первых, за счет объединения компаний по цепочке создания ценностей, а, во-вторых, за счет централизации отдельных бизнес-процессов. 2. Синергия от переноса компетенции, проявляющаяся в случае, когда одна из интегрированных компаний владеет уникальной компетенцией, способной обеспечить повышенную конкурентоспособность ИКС.
Сфера формирования синергии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внутрикорпоративная синергия – возникает при взаимодействии компаний группы. 2. Внешняя синергия, формирующаяся при взаимодействии ИКС с внешними контрагентами.

Источник: Составлено авторами на основании [12, 13, 14, 15].

Главные преимущества, определяющие повышение финансово-инвестиционного потенциала интегрированных бизнес-структур, выражаются в следующем:

- повышении возможности расширения и диверсификации финансовых ресурсов интегрированного бизнеса, которые существенно возрастают, в том числе за счет доступности широкого инструментария финансовых рынков;
- уменьшение стоимости капитала в ИКС за счет большей гибкости их финансовой структуры;
- снижение степени влияния деловых рисков на волатильность доходов интегрированных структур, что оказывает позитивное влияние на стоимость используемого ими капитала;
- возможности концентрации финансово-инвестиционных ресурсов, генерируемых в компаниях группы, для реализации инвестиционных проектов, в том числе, крупных; формировании оптимального инвестиционного портфеля;
- росте возможностей получения налоговых преференций.

Реализация названных преимуществ интеграции зависит от институциональных факторов и, прежде всего, от способа интеграции – горизонтальной, вертикальной, конгломератной (табл. 4). В зарубежных исследованиях этим вопросам уделяется значительное внимание [например, 16, 17, 18 и др.].

Таблица 4

Особенности формирования финансово-инвестиционного потенциала при разных видах интеграции бизнеса

Особенности видов интеграции бизнеса	Специфика формирования финансово-инвестиционного потенциала интегрированной бизнес-структуры
Горизонтальная интеграция – процесс объединения однородных по отраслевому признаку бизнесов, потенциальных конкурентов в бизнес-процессах.	
<ul style="list-style-type: none"> – расширение рынка и увеличение доли на нем; – повышение операционной и иных форм эффективности за счет синергии и реализации эффекта масштаба; – превалирование стремления к реализации монополистической стратегии развития над стратегией минимизации издержек, что повышает значимость ценовой политики. 	<ul style="list-style-type: none"> – повышение концентрации финансовых ресурсов группы и ее инвестиционных возможностей; – расширение возможностей распределения имеющегося капитала между участниками интеграционного процесса; – увеличение возможностей генерации финансовых результатов, и отдачи на вложенный капитал, что определяет и рост возможностей к самофинансированию интегрированного бизнеса; – снижение несистематического и частичное ограничение влияния систематического риска на деятельность компании; – усиление конкурентной позиции бизнеса в части инвестиционной привлекательности на финансовых рынках; – рост инвестиционной активности за счет увеличения финансово-инвестиционных ресурсов и снижения стоимости капитала.
Вертикальная интеграция – процесс объединения компаний в цепочке формирования стоимости (ценности) по отдельным видам товаров или услуг и развития этой цепочки	
<ul style="list-style-type: none"> – стратегическая и технологическая координация компаний группы; – снижение затрат в условиях реализации эффекта масштаба, обусловленного синергетическими эффектами различного порядка, в первую очередь в управленческой и информационной сферах; – усиление контроля над предложением на рынке; – расширение управленческих возможностей ИКС в части реструктуризации и оптимизации функциональной роли отдельных участников интеграционного процесса. 	<ul style="list-style-type: none"> – расширение инструментария возможностей и интенсификация перераспределения финансово-инвестиционных ресурсов в рамках ИКС; – повышение стратегической координации использования привлекаемых участниками группы инвестиционных и финансовых ресурсов; – снижает риски финансовых затруднений в цепочке стоимости, несущие операционные риски всем участникам; – применение особой методологии налогового планирования и управления на основе использования трансфертных цен.
Диверсифицированная (конгломератная) интеграция – процесс объединения под единым стратегическим и финансовым управлением бизнес-структур, не имеющих между собой прямых хозяйственных связей в рамках отраслевых или товарных отношений.	
<ul style="list-style-type: none"> – рост эффективности и реализация эффекта масштаба, обусловленные, преимущественно, управленческой и финансовой синергией; – повышение гибкости бизнеса в части привязки к рынкам, возможности перехода в более финансово привлекательные отрасли. 	<ul style="list-style-type: none"> – расширение возможностей использования финансовых ресурсов за счет реализации в бизнес-стратегии особенностей и преимуществ финансов различных отраслей; – снижение несистематического риска за счет реализации эффекта портфеля;

Источник: Составлено авторами.

На водном транспорте России реализуются все способы интеграции; причины и результаты такого разнообразия отражены в соответствующих исследованиях авторов [19, 20]. В частности, для водного транспорта характерны создание многоуровневых холдинговых структур, тенденция интеграции корпораций транспортного сектора (особенно судоходных компаний и портов) с крупномасштабным бизнесом ресурсопроизводящих отраслей; транснационализация и диверсификация направлений транспортного бизнеса [21], а в ряде случаев и более широкая диверсификация, предусматривающая деятельность, не связанную с транспортом (включая, например, операции с недвижимостью, оказание гостиничных услуг и др.).

О повышении финансово-инвестиционного потенциала бизнеса в результате интеграционных процессов на водном транспорте и росте масштабов бизнеса свидетельствует улучшение его ключевых характеристик эффективности – отдачи на капитал. В табл. 5 представлены показатели рентабельности совокупного и собственного капитала для двух ведущих интегрированных структур в области отечественного судоходного бизнеса (Группы) в сравнении с основной (материнской) компанией Группы.

Таблица 5

Показатели доходности капитала и риска потери финансовой устойчивости судоходного бизнеса (на 01.01.2019 г.)

Показатели	Расчетная формула	Северо-Западное пароходство		Волжское пароходство	
		Интегрированная структура (Группа)	Основная компания Группы	Интегрированная структура (Группа)	Основная компания Группы
Рентабельность активов (ROA), %	$ROA = \frac{EBIT}{A} \cdot 100$	18,37	18,08	9,96	4,94
Рентабельность собственного капитала (ROE), %	$ROE = \frac{ЧП}{СК} \cdot 100$	27,36	18,08	31,67	9,06
Коэффициент текущей ликвидности	$K_{m.l.} = \frac{TA}{TO}$	1,61	3,11	1,05	1,56
Коэффициент покрытия % за заемный капитал	$K_n = \frac{EBITDA}{I}$	10,85	55,7*	22,37	33,01

* – в связи с покрытием основной суммы обязательств и выходом компании на нулевую величину Чистого долга;

Источник: Составлено авторами на базе финансовой информации с официальных сайтов ПАО «Северо-Западное пароходство» и ПАО «Волжское пароходство».

Условные обозначения:

ROA – рентабельность активов, %;

EBIT – операционная прибыль, руб.;

A – среднегодовые активы, руб.;

ROE – рентабельность собственного капитала (отдача на капитал), %;

ЧП – чистая прибыль, руб.;

СК – среднегодовая величина собственного капитала, руб.;

Кт.л. – коэффициент текущей ликвидности;

ТА – текущие активы, руб.;

ТО – текущие обязательства, руб.;

Кп – коэффициент покрытия процентов за заемный капитал;

ЕБИТДА – операционная прибыль с учетом амортизационных отчислений, руб.;

I – проценты к уплате.

Результаты исследования свидетельствуют о существенно более высоком уровне отдачи на капитал для интегрированной группы компаний в сравнении с ее материнской структурой, что характеризует положительное влияние интеграции на способность генерирования и эффективное использование финансово-инвестиционных ресурсов бизнеса. При этом риски ликвидности и риски покрытия процентов за заемный капитал, используемых компаниями для обновления флота, находятся в допустимых пределах. Таким образом, оба ключевых фактора (доходность и риск), характеризующие формирование и использование финансово-инвестиционного потенциала Группы компаний, оказывают положительное влияние на ее стоимость, обусловленную интеграцией.

Следует отметить, что повышение финансово-инвестиционного потенциала названных компаний достигнуто, в том числе, за счет мер государственной поддержки водного транспорта России, поскольку интеграция лишь в определенной мере обеспечила сохранение и развитие судоходного бизнеса. Несмотря на то, что интегрированные корпоративные структуры обладают более высокой финансовой гибкостью в связи с множественностью субъектов, генерирующих прибыль, значительным объемом доступных финансовых ресурсов с возможностью их перераспределения внутри группы в соответствии со стратегическими инвестиционными потребностями, пределы формирования финансового потенциала интегрированных структур недостаточны для реализации инвестиционных программ обновления флота.

При весьма высокой капиталоемкости услуг морского и внутреннего водного транспорта, длительных сроках строительства и эксплуатации судов, высокой конкуренции с другими видами транспорта и на мировом рынке обострились фундаментальные проблемы модернизации и инвестиционного развития отечественного судоходного бизнеса – неудовлетворительное состояние функциональной и возрастной структуры и технического состояния флота, не отвечающего новой структуре изменившихся грузопотоков, а также требованиям международных перевозок и обслуживания флота в зарубежных портах.

Существующая потребность в современных транспортных единицах флота усиливается на фоне избытка морально и технически устаревших судов, что негативно влияет на развитие дисбаланса между структурой перевозимых грузов и функциональной структурой флота. Это делает уязвимым отечественный судоходный бизнес на рынке транспортных услуг, снижает его конкурентоспособность. Кроме того, изменение приоритетов потребителей транспортных услуг привело к переключению грузопотоков с внутреннего водного транспорта на железнодорожный и автомобильный транспорт.

Негативное воздействие на конкурентоспособность внутреннего водного транспорта оказывает также существенное сокращение протяженности, из-за падения многих качественных характеристик, внутренних водных путей страны, что замедляет скорость доставки грузов, а в некоторых районах ограничивает географию судоходства, повышает издержки на комбинированные перевозки и тем самым снижая эффективность всего флота.

Для решения проблемы обновления материально-технической базы морского и речного транспорта формирование необходимого уровня финансово-инвестиционного потенциала судоходного бизнеса на основе использования исключительно рыночных механизмов невозможно. Это определило комплекс мер государственной

поддержки водного транспорта России, обеспечивающих повышение финансово-инвестиционного потенциала судоходного бизнеса, в том числе, введение новых льгот (налоговых, таможенных) для судовладельцев и судостроителей, субсидирование российским транспортным компаниям и пароконствам части затрат на уплату процентной ставки по кредитам российских кредитных организаций на закупку гражданских судов, создание условий для обеспечения потенциала для реальной конкуренции внутреннего водного транспорта России с наземными видами транспорта и др. [22, 23, 24].

В целом, на формирование финансово-инвестиционного потенциала ИКС значительное влияние оказывают внешние и внутренние факторы. Факторы внешней среды оказывают все большее влияние на финансово-инвестиционные решения. Глобализация, растущая конкуренция, ускорение инноваций, инфляция, нестабильность валютных курсов, кризисы на финансовых рынках, изменение налогового законодательства и др. – все это повышает стратегическую роль интеграции в бизнесе.

Интегрированный бизнес имеет больше возможностей для адаптации к изменению деловой среды, используя механизмы оптимизации бизнес-портфеля [25]. Так, развитие интегрированного бизнеса на стадии роста осуществляется путем активной диверсификации, расширения бизнес-портфеля интегрированной структуры, что обусловлено консолидацией значительных финансово-инвестиционных ресурсов, стремлением к снижению рисков, связанных с ведением бизнеса преимущественно в одной отрасли, ценовой привлекательностью определенных активов и стратегической перспективностью соответствующим им рынков [26].

В условиях кризисных явлений оптимизация бизнес-портфеля направлена на его сужение – поддержка стратегически важных бизнесов, обладающих устойчивыми конкурентными преимуществами и финансовым потенциалом, и отказ от сохранения бизнесов с низким потенциалом роста, разрушающих финансово-инвестиционный потенциал группы из-за распыления ресурсов в ущерб их фокусированию на ключевых стратегических направлениях. В этих условиях для усиления стратегических позиций бизнеса возможна дезинтеграция путем слияния (поглощения) ранее самостоятельных компаний объединения. Такой вариант, в частности планируется реализовать путем объединения Северо-Западного и Волжского пароконств в единую судоходную компанию для оптимизации бизнес-процессов в системе эксплуатации и управления флотом, направленную на сокращение издержек.

Таким образом, волатильность внешней среды требует от интегрированного бизнеса существенных структурных изменений в деятельности группы, обеспечивающих адаптацию к внешним угрозам, использование шансов и создание внутренних условий для стратегического успеха. Необходимо отметить, что структурные изменения в деятельности интегрированного бизнеса связаны также с деофшоризацией бизнеса с целью снижения оттока капитала как ограничителя экономического роста страны. Влияние результатов законодательного ограничения офшорного судоходного бизнеса в России на структуру интегрированного бизнеса демонстрируется на примере Северо-Западного пароконства (табл. 6).

Сокращение офшорной составляющей в рассматриваемый период связано как с улучшением законодательной защиты бизнеса в России и со стремлением компаний снизить потенциальное давление экономических санкций на свои структуры, так и с необходимостью оптимизации издержек в отдельных сферах корпоративной деятельности.

Дочерние компании группы
 «Северо-Западное пароходство»

	Название	Страна регистрации	Доля участия материнской организации в уставном капитале дочерней компании, %				Основная деятельность
			2013	2014	2015	2016	
1	ОАО «Северо-Западный флот»	Россия	100	100	100	100	Транспортные услуги по перевозке грузов
2	ООО «В.Ф. Загранперевозки»	Россия	100	100	100	0	Деятельность водного транспорта
3	ООО «Волго-Балтик Логистик»	Россия	50	100	100	100	Логистика
4	ОАО «Окская судостроительная верфь»	Россия	45,44	90,6	90,6	90,6	Строительство и ремонт судов
5	ООО «Гостиничный комплекс «Ока»	Россия	45,44	90,6	90,6	90,6	Гостиничные услуги
6	ООО «Цех питания ОС»	Россия	45,44	90,6	90,6	90,6	Услуги общественного питания
7	ООО «ЧОП Чайка»	Россия	45,44	90,6	90,6	90,6	Охранные услуги
8	ООО «Навашинский машиностроительный завод»	Россия	45,44	89,96	89,96	0	Строительство и ремонт судов
9	NWS Balt Shipping Co Ltd	Кипр	100	100	0	0	Транспортные услуги по перевозке грузов
10	Komarno Shipping Co Ltd	Кипр	100	90	0	0	Транспортные услуги по перевозке грузов
11	Russich-NW Shipholding Limited	Кипр	100	32,86	0	0	Транспортные услуги по перевозке грузов
12	Russich VS Shipholding Limited	Кипр	100	20	0	0	Транспортные услуги по перевозке грузов
13	ООО «Фрахтовое агентство Западного пароходства»	Россия	100	100	0	0	Прочие услуги
14	ООО «Кадровое агентство Западного пароходства»	Россия	100	0	0	0	Прочие услуги

Источник: Составлено авторами на базе информации с официального сайта ПАО «Северо-Западное пароходство».

Выводы

В современных условиях на российскую экономику и финансово-инвестиционные решения бизнеса, в том числе судоходного, воздействует целый ряд негативных факторов внешней среды:

- санкционный режим, существенно ограничивающий доступ российских компаний к зарубежным рынкам капитала и технологий;
- жесткая финансовая политика, направленная на снижение денежной массы, таргетирование инфляции;
- высокий уровень ключевой ставки и, соответственно, высокая стоимость заемного капитала;
- высокое налоговое бремя при слабых налоговых стимулах для роста (за исключением приоритетных проектов);
- значительная административно-регулятивная нагрузка на бизнес;
- относительная слабость финансовых институтов и сверхконцентрация рисков в финансовом секторе; высокий уровень стратегической неопределенности в экономике.

В этих условиях различные и динамично изменяющиеся формы интеграции бизнеса в соответствии с внешней и внутрифирменной средой являются гибким механизмом формирования и эффективного использования финансово-инвестиционного потенциала бизнеса.

Список литературы:

- [1] Павлов А.Ю., Бондин И.А., Павлова Д.Ю. Повышение финансового потенциала компании на основе реализации инвестиционной стратегии // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18. – №20. – с. 2993-3002.
- [2] Сухова Л.Ф. Финансовый потенциал предприятия: понятие, сущность, методы измерения // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 12. – с. 2-11.
- [3] Израйлева О.В. Управление финансовым потенциалом предприятий сферы обслуживания / Монография. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 182 с.
- [4] Канкиа А.Г. Методические положения оценки влияния финансового потенциала нефтяных компаний на формирование финансового потенциала государства // Российское предпринимательство. – 2015. – Том 16. – №13. – с. 2079-2100.
- [5] Chernavsky K. Events and trends control in diagnostics of financial capacity of transportation companies / Transport and Telecommunication, 2013, Volume 14, No 2, 116–129.
- [6] Шваков Е.Е., Троцковский А.А. Инвестиционный потенциал промышленного предприятия, его оценка, формирование и развитие // Финансы и кредит. – 2016. – № 3. – с. 54-64.
- [7] Муравьева Н.Н. Методика оценки инвестиционного потенциала коммерческих организаций: комплексный подход // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. – № 42. – с. 52-62.
- [8] Кармов Р.А. Инвестиционный потенциал и социально-экономические условия его реализации в трансформируемой экономике. / Автореферат на соиск. уч. ст. канд. экон. наук / Р. А. Кармов. – Москва, 2007. – 25 с.
- [9] Лбова Е.С. Развитие методов оценки инвестиционного потенциала предприятия // «Ученые заметки ТОГУ». – 2015. – Том 6, № 4. – с. 526-538.
- [10] Безлепкина Н.В. Инвестиционный потенциал как многомерное явление: структура и факторы формирования // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2014. – № 1. – с. 293-296.
- [11] Hartmann, G. C. (2003). Linking R&D spending to revenue growth. // Research-Technology Management, 46(1), p39–46.
- [12] Ansoff H.Igor The New Corporate Strategy / John Wiley & Sons, 1988. – 241 p.
- [13] Brigham E.F. Financial Management: Theory & Practice / South-Western College Pub, 2010. – 1187 pages.
- [14] Damodaran A., Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of any Asset, 3rd edition, / John Wiley&Sons, 2012. – 992 p.
- [15] Ross S. Fundamentals of corporate finance / Stephen A. Ross; Randolph W. Westerfield; Bradford D. Jordan / McGraw-Hill Education; 12 edition, 2018. – 1008 p.
- [16] Nagurney A. A system-optimization perspective for supply chain network integration: The horizontal merger case // Transportation Research: Part E. Jan2009, Vol. 45 Issue 1, p1-15.
- [17] Slack B. Transformation of port terminal operations: from the local to the global / Slack, Brian; Frémont, Antoine. // Transport Reviews. Jan2005, Vol. 25 Issue 1, p117-130.
- [18] Tomanek R. Strategies of transport horizontal integration and their influence on the competition // Journal of Economics & Management. 2008, Vol. 4, p137-148.

- [19] Скобелева И.П., Бунакова Е.В. Особенности функционирования и развития компаний водного транспорта России, определяющие их инвестиционную привлекательность. / Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. Вып. 3. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2013. – с. 118-126.
- [20] Потенциал транспортных корпораций России на мировом фондовом рынке: Монография / Под ред. д-ра экон. наук И.П. Скобелевой. – СПб.: ГУМРФ, 2014.- с. 111.
- [21] Notteboom, T. Freight Integration in Liner Shipping: A Strategy Serving Global Production Networks / T. Notteboom, F. Merckx / Growth & Change. Dec2006, Vol. 37 Issue 4, p550-569.
- [22] Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с реализацией мер государственной поддержки судостроения и судоходства» (с изменениями и дополнениями) №305-ФЗ от 07.11.2011. Система КонсультантПлюс – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, (дата обращения: 23.07.2018).
- [23] Постановление Правительства РФ от 22.05.2008 г. №383 «Об утверждении Правил предоставления субсидий российским транспортным компаниям и пароходствам на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в государственной корпорации “Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)” в 2008 – 2016 годах на закупку гражданских судов, а также лизинговых платежей по договорам лизинга, заключенным в 2008 – 2016 годах с российскими лизинговыми компаниями на приобретение гражданских судов» (с изм. и доп.). Система КонсультантПлюс – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, (дата обращения: 28.07.2018).
- [24] Постановление Правительства РФ от 21.01.2016 г. №25 «О внесении изменений в Постановление Правительства РФ от 22.05.2008 г. №383». Система КонсультантПлюс – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, (дата обращения: 05.08.2018).
- [25] Álvarez-SanJaime, Ó. Competition and horizontal integration in maritime freight transport / Álvarez-SanJaime, Ó.; Cantos-Sánchez, P.; Moner-Colonques, R.; Sempere-Monerris, J. // Transportation Research: Part E. May2013, Vol. 51, p67-81.
- [26] Скобелева И.П., Легостаева Н.В., Калашник Н.Е. Интегрированный риск-менеджмент: инновационные модели реализации // Креативная экономика. – 2016. – Т. 10. – №2. – с. 185-196.

FINANCIAL AND INVESTMENT POTENTIAL OF INTEGRATED CORPORATE STRUCTURES IN RUSSIAN WATER TRANSPORT

Skobeleva Inna P., Doctor of Economics, (Full) Professor, (Full) professor of «Finance and credit» department, The Federal State Financed Educational Institution of Higher Professional Education

«Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»

Bunakova Elena V., Candidate of Economic sciences, Associate professor, Associate professor of «Finance and credit» department,

The Federal State Financed Educational Institution of Higher Professional

Education «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»

Kotov Sergey A., Candidate of Economic sciences, Associate professor

of «Finance and credit» department, The Federal State Financed Educational

Institution of Higher Professional Education «Admiral Makarov

State University of Maritime and Inland Shipping»

5/7, Dvinskaya st, Sankt-Peterburg, 198035

Keywords: *integrated corporate structures, financial potential, investment potential, synergy, sea and river transport*

Annotation. *The article discusses the issues of identification and the role of financial and investment potential in ensuring the development of integrated water transport structures, analyzes the impact of various forms of synergy on the formation of this potential. To accomplish the task, the authors use the methods of content analysis, synthesis, comparative analysis and verbal models reproduced in tabular form.*

The article contains the formalization and analysis of the term «financial and investment potential», including the study of the factors forming this potential in various forms of business integration, as well as an assessment of the impact of these processes on the risks and financial and economic efficiency of shipping companies. It indicates the importance of business flexibility in the construction of modern integrated corporate structures to ensure the effect of responding to environmental challenges.

The materials present an analysis of a number of financial ratios of the largest Russian shipping companies that are actively involved in updating their fleet and are part of integrated structures, indicating a positive effect of integration processes on risk and return factors in the implementation of financial and investment potential. The moral and technical obsolescence of the Russian fleet, despite the urgency and attention to the problem from the state and business over the last decade, has only intensified, which requires an increase in activity in the investment sphere.

The weakness of market mechanisms for the implementation of financial and investment potential increases the importance of state support in the implementation of projects for the development of sea and river transport, primarily through reducing the risks of investment activities for fleet renewal. At the same time, the Russian transport business is forced to optimize its business portfolios, reducing dependence on highly risky and low-margin activities and focusing financial resources on the most sought-after areas in the current market situation. The best mechanism for the implementation of this task is the separation of business units according to the functional principle, which allows them to respond more flexibly to changes in their financial and investment potential.

References:

- [1] Pavlov A.YU., Bondin I.A., Pavlova D.YU. Povyshenie finansovogo potentsiala kompanii na osnove realizatsii investitsionnoj strategii // Rossijskoe predprinimatel'stvo. – 2017. – Tom 18. – №20. – s. 2993-3002.
- [2] Sukhova L.F. Finansovyy potentsial predpriyatiya: ponyatie, sushhnost', metody izmereniya // Finansovaya analitika: problemy i resheniya. – 2016. – № 12. – с. 2-11.
- [3] Izrajleva O.V. Upravlenie finansovym potentsialom predpriyatij sfery obsluzhivaniya / Monografiya. – CHelyabinsk: Izd-vo YUUrGU, 2007. – 182 с.
- [4] Kankia A.G. Metodicheskie polozheniya otsenki vliyaniya finansovogo potentsiala neftyanykh kompanij na formirovanie finansovogo potentsiala gosudarstva // Rossijskoe predprinimatel'stvo. – 2015. – Tom 16. – №13. – s. 2079-2100.
- [5] Chernavsky K. Events and trends control in diagnostics of financial capacity of transportation companies / Transport and Telecommunication, 2013, Volume 14, No 2, 116–129.
- [6] SHvakov E.E., Trotskovskij A.YA. Investitsionnyj potentsial promyshlennogo predpriyatiya, ego otsenka, formirovanie i razvitie // Finansy i kredit. – 2016. – № 3. – с. 54-64.
- [7] Murav'eva N.N. Metodika otsenki investitsionnogo potentsiala kommercheskikh organizatsij: kompleksnyj podkhod // EHkonomicheskij analiz: teoriya i praktika. – 2015. – № 42. – s. 52-62.
- [8] Karmov R.A. Investitsionnyj potentsial i sotsial'no-ehkonomicheskie usloviya ego realizatsii v transformiruemoj ehkonomie. / Avtoreferat na soisk. uch. st. kand. ehkon. nauk / R. A. Karmov. – Moskva, 2007. – 25 s.
- [9] Lbova E.S. Razvitie metodov otsenki investitsionnogo potentsiala predpriyatiya // «Uchenye zametki TOGU». – 2015. – Tom 6, № 4. – s. 526-538.
- [10] Bezlepina N.V. Investitsionnyj potentsial kak mnogomernoe yavlenie: struktura i faktory formirovaniya // Risk: resursy, informatsiya, snabzhenie, konkurentsya. – 2014. – № 1. – s. 293-296.
- [11] Hartmann, G. C. (2003). Linking R&D spending to revenue growth. // Research-Technology Management, 46(1), p39–46.
- [12] Ansoff H.Igor The New Corporate Strategy / John Wiley & Sons, 1988. – 241 p.
- [13] Brigham E.F. Financial Management: Theory & Practice / South-Western College Pub, 2010. – 1187 pages.
- [14] Damodaran A., Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of any Asset, 3rd edition, / John Wiley&Sons, 2012. – 992 p.
- [15] Ross S. Fundamentals of corporate finance / Stephen A. Ross; Randolph W. Westerfield; Bradford D. Jordan / McGraw-Hill Education; 12 edition, 2018. – 1008 p.
- [16] Nagurney A. A system-optimization perspective for supply chain network integration: The horizontal merger case // Transportation Research: Part E. Jan2009, Vol. 45 Issue 1, p1-15.

- [17] Slack B. Transformation of port terminal operations: from the local to the global / Slack, Brian; Frémont, Antoine. // *Transport Reviews*. Jan2005, Vol. 25 Issue 1, p117-130.
- [18] Tomanek R. Strategies of transport horizontal integration and their influence on the competition // *Journal of Economics & Management*. 2008, Vol. 4, p137-148.
- [19] Skobeleva I.P., Bunakova E.V. Osobennosti funktsionirovaniya i razvitiya kompanij vodnogo transporta Rossii, opredelyayushhie ikh investitsionnyu privlekatel'nost'. / *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*. Vyp. 3. – SPb.: GUMRF imeni admirala S.O. Makarova, 2013. – s. 118-126.
- [20] Potentsial transportnykh korporatsij Rossii na mirovom fondovom rynke: Monografiya / Pod red. d-ra ehkon. nauk I.P. Skobelevoj. – SPb.: GUMRF, 2014.- s. 111.
- [21] Notteboom, T. Freight Integration in Liner Shipping: A Strategy Serving Global Production Networks / T. Notteboom, F. Merckx / *Growth & Change*. Dec2006, Vol. 37 Issue 4, p550-569.
- [22] Federal'nyj zakon «O vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federatsii v svyazi s realizatsiej mer gosudarstvennoj podderzhki sudostroeniya i sudokhodstva» (s izmeneniyami) №305-FZ ot 07.11.2011. Sistema Konsul'tantPlyus – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>, (data obrashheniya: 23.07.2018).
- [23] Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 22.05.2008 g. №383 «Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya subsidij rossijskim transportnym kompaniyam i parokhodstvam na vozmeshhenie chasti zatrat na uplatu protsentov po kreditam, poluchennym v rossijskikh kreditnykh organizatsiyakh i v gosudarstvennoj korporatsii “Bank razvitiya i vneshneehkonomicheskoy deyatel'nosti (Vneshehkonombank)” v 2008 – 2016 godakh na zakupku grazhdanskikh sudov, a takzhe lizingovykh platezhej po dogovoram lizinga, zaklyuchennym v 2008 – 2016 godakh s rossijskimi lizingovymi kompaniyami na priobrenenie grazhdanskikh sudov» (s izm. i dop.). Sistema Konsul'tantPlyus – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>, (data obrashheniya: 28.07.2018).
- [24] Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 21.01.2016 g. №25 «O vnesenii izmenenij v Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 22.05.2008 g. №383». Sistema Konsul'tantPlyus – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>, (data obrashheniya: 05.08.2018).
- [25] Álvarez-SanJaime, Ó. Competition and horizontal integration in maritime freight transport / Álvarez-SanJaime, Ó.; Cantos-Sánchez, P.; Moner-Colonques, R.; Sempere-Monerris, J. // *Transportation Research: Part E*. May2013, Vol. 51, p67-81.
- [26] Skobeleva I.P., Legostaeva N.V., Kalashnik N.E. Integrirovannyj risk-menedzhment: innovatsionnye modeli realizatsii // *Kreativnaya ehkonomika*. – 2016. – Tom 10. – № 2. – s. 185-196.

Статья поступила в редакцию 25.10.2019 г.

Раздел IV

**Экономика, логистика, управление
на транспорте**



Section IV

***Economics, logistics and transport
management***



УДК 629.122.004.69

Веселов Геннадий Васильевич, профессор кафедры экономики и менеджмента
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,

e-mail: alex1959.nn@gmail.com

Кузьмичев Игорь Константинович, профессор кафедры управления транспортом,
ректор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,

e-mail: rector@vgavt-nn.ru

Минеев Валерий Иванович, профессор, советник при ректорате
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,

e-mail: mineyev@vgavt-nn.ru

Новиков Алексей Васильевич, доцент кафедры экономики и менеджмента
ФГБОУ ВО «ВГУВТ», *e-mail: alex1959.nn@gmail.com*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ОБНОВЛЕНИЕ РЕЧНОГО ФЛОТА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ИНВЕСТИЦИЙ

Ключевые слова: модернизация, переоборудование, конкурентоспособность, обновление речного флота.

Аннотация: Средний возраст транспортного флота, находящегося на балансе судоходных компаний приближается к сорока годам. Эксплуатация устаревшего флота приводит к снижению эффективности и конкурентоспособности деятельности судоходных компаний и отрасли в целом. Темпы строительства нового флота значительно отстают от потребностей судовладельцев. Выбытие флота в последние годы превышало ввод в эксплуатацию новых судов в 20 раз. Возможности судоходных компаний по обеспечению инвестиций в строительство нового флота крайне ограничены в связи с низкой рентабельностью судоходного бизнеса. В этих условиях модернизация флота позволит создать определенный резерв времени для замены устаревших судов новыми конкурентоспособными судами. Как показывает практика, строительство новых судов минимум в три раза выше затрат на модернизацию.

В «Стратегии развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года» [1], утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29 февраля 2016 г. № 327-р, а также в «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» в качестве одной из основных задач по развитию внутреннего водного транспорта и повышению его конкурентоспособности поставлена задача проведения модернизации флота с разработкой и реализацией мер поддержки создания и внедрения инноваций [1,2].

Правила ремонта судов определяют сущность модернизации судна, под ней «понимается совокупность операций по изменению конструкции судна с целью повышения технико-эксплуатационных характеристик, условий труда и быта, а также выполнения требований Международных конвенций» [4].

Сроки службы технических средств транспорта, особенно транспортного флота, составляют от 20 до 40 лет. За такой длительный период использования основных фондов транспорта физический и моральный износ, в силу научно-технического прогресса, происходит неравномерно.

В современных мировых экономических условиях транспорт выполняет стратегическую задачу в развитии экономики любой страны, особенно водный, на долю

которого приходится 65% мирового грузооборота, он также обслуживает около 4/5 всей международной торговли.

С завершением строительства Волго-Балтийского и Волго-Донского каналов был создан водный путь протяженностью более семи тысяч километров в европейской части России для организации бесперевалочных внешнеторговых перевозок в судах смешанного «река-море» плавания грузоподъемностью до 5000 тонн, строительство которых производилось на отечественных и зарубежных судостроительных заводах.

Использование судов «река-море» плавания позволяет полностью ликвидировать затраты по перевалке внешнеторговых грузов с одного вида транспорта на другой в портах перевалки, которые составляют 10–12 долларов за тонну. Кроме того, ускоряется процесс доставки грузов и исключаются повреждения и потери грузов из-за перевалки [11,19,20].



Рис. 1. Изменение динамики внешнеторговых грузовых перевозок внутренним водным транспортом

Однако в результате деинтеграции 20 крупных судоходных компаний появились множество экономически слабых предприятий, 85% которых имели всего 1-2 судна, и даже теоретически не могли осуществлять не только обновление основных фондов, но и их простое воспроизводство. Эффективные бесперевалочные перевозки внешнеторговых грузов после роста в 2010–2013 годах стабилизировались на уровне 30 млн. тонн, так как судам «река-море» плавания старше 20 лет с опасными грузами заход в иностранные порты Запада был запрещен (рис. 1).

Кроме того, с 1 января 2015 года введены ограничения по выбросам в атмосферу продуктов горения с содержанием серы в судовом топливе на уровне 0,1%.

По данным на начало 2018 года речной транспортный флот России насчитывал 12 726 судна общей валовой вместимостью 7 590,2 тыс. GT.

Средний возраст судов речного флота на начало 2018 года составлял 33,2 года, при этом средний возраст транспортных судов – 36,6 лет, а средний возраст нетранспортных судов – 29,2 года.

На конкурентоспособность судоходных компаний и отрасли в целом отрицательно сказывается физический и моральный износ транспортных средств. Очевидно, что транспортный флот нуждается в масштабном обновлении.

Удельный вес внутреннего водного транспорта в грузообороте страны снизился за годы экономических реформ с 4 % до 1,2%, объем перевозок пассажиров за последние годы сократился более чем на 100 млн. человек и составил в 2018 году всего 12,3 млн. человек.

Высокая стоимость новых судов, которая доходит до 15 млн. долларов США, низкая рентабельность судоходного бизнеса 4–5% из-за ограниченного периода навигации, неопределенности в развитии грузовой базы и как следствие длительные сроки окупаемости инвестиций способствовали тому, что выбытие грузового флота в последние годы превышало ввод новых судов в 20 раз.

Стратегией развития внутреннего водного транспорта РФ до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительством РФ от 29.02.2016 г. №327 – р, прогнозируется строительство 750 самоходных грузовых судов внутреннего плавания и 490 судов смешанного «река-море» плавания.

Однако по данным Морского Инженерного Бюро за последние 18 лет было построено 353 грузовых судна смешанного и внутреннего водного транспорта, в том числе на российских судостроительных предприятиях 260 судов (рис.2) [16].

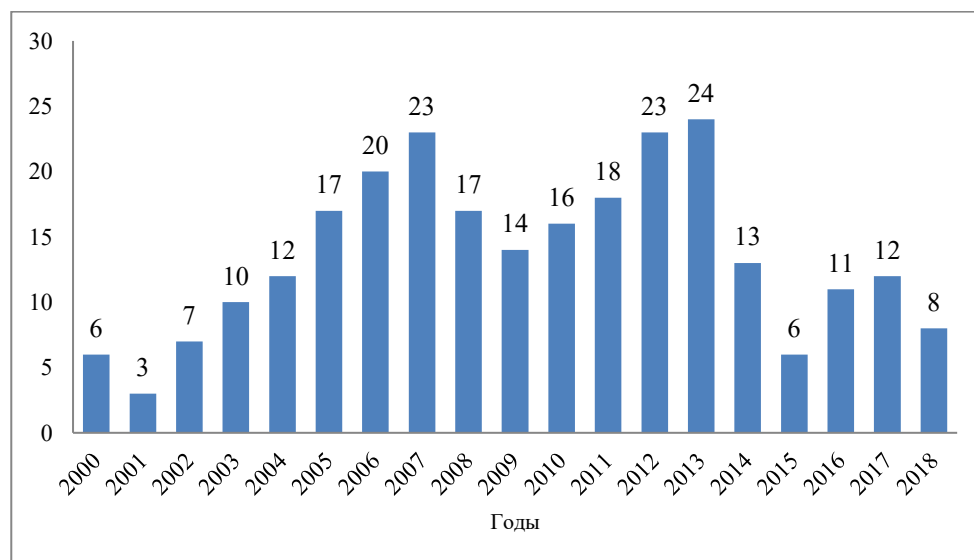


Рис. 2. Динамика постройки судов на российских судостроительных предприятиях

Анализ данных свидетельствует о дисбалансе между возможностями судостроительных предприятий России и потребностями судоходных компаний.

В сложившейся ситуации актуальным направлением омоложения российского флота может быть модернизация действующих судов, которая может способствовать снижению его среднего возраста посредством реновации [21].

В семидесятых годах прошлого века грузовые теплоходы и буксиры оборудовались упорами и автосцепами, что позволило не только ускорить формирование составов из секций грузоподъемностью до 10000 тонн, но и полностью исключить ручной труд при выполнении этой операции. Наддув главных двигателей на судах типа Ч-800 позволило увеличить мощность этих судов на 25%.

Переоборудование судна может производиться с целью изменения характеристик судна, например увеличения грузоподъемности или изменения характеристик СЭУ и др. [5–10].

Практика проведения работ по модернизации судов внутреннего и смешанного плавания свидетельствует о том, что затраты на ее проведение могут составлять порядка 30% стоимости нового судна [18].

Таким образом, проведение модернизации действующего флота позволит дать возможность выиграть время для замены старых судов новыми более конкурентоспособными.

Список литературы:

- [1] Распоряжение Правительства РФ № 327-р от 29 февраля 2016 г. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации.
- [2] Распоряжение Правительства РФ № 1734-р от 22 ноября 2008 г. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008.
- [3] Ковалев А.П. Управление имуществом на предприятии: учебник / А. П. Ковалев. – М.: Финансы и статистика, Инфра-М, 2009. – 272 с.
- [4] Лазарев А. Н. Правила ремонта судов Министерства речного флота РСФСР/МРФ РСФСР / А. Н. Лазарев, В. Г. Никифоров, Б.Д. Худяков, В.Л. Черкасов. – М.: Транспорт, 1990. – 72 с.
- [5] Марченко С.С. Экономическая оценка модернизации сухогрузных судов смешанного плавания: дис. ... канд. экон. наук / С. С. Марченко; ГУМРФ им адм. С. О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ им адм. С. О. Макарова, 2014. – 155 с.
- [6] Марченко С.С. Возможности повышения конкурентоспособности сухогрузных судов смешанного плавания за счет модернизации флота / С. С. Марченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2013. – № 3 (22). – С. 136–143.
- [7] Ефремов Н.А. О продлении эксплуатационного ресурса судов внутреннего и смешанного («река – море») плавания / Н.А. Ефремов. – М.: Российский Речной Регистр, 2002. – 64 с.
- [8] Руководство Р.002-2010. Обновление судов внутреннего и смешанного «река – море» плавания. – М.: Российский Речной Регистр, 2010.
- [9] Копцева Е.П. Экономическая оценка износа судов речного флота: дис. ... канд. экон. наук / Е. П. Копцева. – СПб.: СПГУВК, 2001. – 162 с.
- [10] Москаленко М.А. Оценка эффективности модернизации корпуса морских судов малой тоннажной группы / М.А. Москаленко, З.М. Субботин, Л.В. Захарина // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 6 (28). – С. 88–94.
- [11] Булов А.А. Развитие перевозок и конкурентоспособности судов «река – море» плавания нового поколения / А.А. Булов, Д.Р. Воронцова // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2012. – № 1. – С. 245а–251.
- [12] Буянова Л.Н. Инновации как фактор повышения конкурентоспособности морского флота / Л.Н. Буянова, А.Н. Лазарев // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2012. – № 1. – С. 224а–230.
- [13] Логачев С.И. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития / С.И. Логачев, В.В. Чугунов, Е.А. Горин. – 2-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Мор. Вест., 2009. – 544 с. Выпуск 4 83 Выпуск 1 (35) 2016
- [14] Radmilović Z. River-sea shipping – competitiveness of various transport technologies / Z. Radmilović, R. Zobenica, V. Maraš // Journal of Transport Geography. – 2011. – Vol. 19. – Is. 6. – Pp. 1509–1516. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2011.03.002
- [15] Лазарев А. Н. Классификационный анализ факторов конкурентоспособности сухогрузных судов смешанного «река – море» плавания / А. Н. Лазарев, С. С. Марченко // Логистика: современные тенденции развития: материалы XIV Междунар. научн.-практ. конф. 9, 10 апреля 2015 г. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2015. – С. 214–217.
- [16] Речной флот XXI века. Как обстоят дела с грузовыми и пассажирскими судами сегодня. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.korabel.ru/news/comments>.
- [17] Морское инженерное бюро. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meb.com.ua/news/news.html?863>.
- [18] Ростов Е. И. Технология и организация реновации корпусов судов речного флота: дис. ... канд. техн. наук / Е. И. Ростов. – СПб.: ГУВК, 2003.

- [19] Минеев В.И. Современные механизмы регулирования доступа отечественного флота «река-море» к национальной грузовой базе в международном судоходстве / Минеев В.И. Костров В.Н., Никитин А.А. // Вестник / ВГАВТ. – 2012. – Вып. 33.
- [20] Минеев В.И. Обоснование эффективности комбинированных технологий перевозок грузов водным транспортом / Минеев В.И., Костров С.В. // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2013. – № 1.
- [21] Кузьмичев И.К. Особенности определения потребности транспортного флота для грузовых перевозок в условиях неопределенности и глобализации / Г. В. Веселов, А.В. Новиков, В.Н. Захаров // Вестник / ВГАВТ. – 2018. – Вып. 57.
- [22] Bau und Betrieb von Hafenanlagen sollen gützlich geregelt Werden Schiff und Hafen. 2002. – № 2. – с. 47–48.
- [23] Frachenspiegel für Trockengüter. Binnenschiffahrt. Zeitschrift für Binnenschiffahrt und Wasserstrassen. 2001.-№5. – с. 42.
- [24] Kusten und Binnenschiffe leiden unter Ladungsverlust. DVZ: Dtsch.Logist-Ztg.2006. № 98, с.9.
- [25] Froning Andreas. Tankschiffer:Frachtraten schwanken immer mer. Binnenschiffahrt 2006. №6.с.43.
- [26] Carse A., Lewis J.A. Toward a political ecology of infrastructure standards: Or, how to think about ships, waterways, sediment, and communities together // Environment and Planning A: Economy and Space. 2017. Vol. 49. N. 1. Pp. 9–28. URL:<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0308518X16663015>.
- [27] Czaplewski K., Zwolan P. Constructing and editing virtual models of ships for navigational analyses // European Navigation Conference (ENC). IEEE, 2019. Pp. 1-5. DOI: 10.1109/EURONAV.2019.8714136.
- [28] Farida R.W.D., Utama N.J. Modernization of Shipping and River Sailing Business in Palembang 1860–1930 // Advanced Science Letters. 2017. Vol. 23. N. 10. Pp. 9959-9961. URL: <https://doi.org/10.1166/asl.2017.10353>.
- [29] Market F. Structured Finance in Shipping // The International Handbook of Shipping Finance: Theory and Practice. 2016. Pp. 191–193. URL: https://www.google.com/books?hl=ru&lr=&id=JOx6DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA190&dq=fleet+modernization+in+minimum+funding&ots=qr_YbIIGMb&sig=PS_dNuVuRF_2eccwUoK42ikDjBE.
- [30] Shao Z., Chambliss S., Bandivadekar A. India Heavy-Duty Fleet Modernization Program-A Scrapage Program Combined with Accelerated Adoption of Bharat Stage VI Emission Standards // International Council on Clean Transport (ICCT) White Paper, Berlin. 2016. URL: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_HDV-fleet-renewal-India_20160610_vF.pdf.

RIVER FLEET MODERNIZATION IN THE CONDITIONS OF INVESTMENTS SHORTAGE

Veselov Gennady V., Doctor of economics, Professor of the Department of Economics and Management Volga State University of Water Transport
Kuzmichev Igor K., Doctor of engineering, Professor of the Department of Transport Management, Rector Volga State University of Water Transport
Mineev Valery I., Doctor of economics, Professor, Advisor to the rector Volga State University of Water Transport
Novikov Alexey V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951

Keywords: *modernization, re-equipment, competitiveness, the river fleet renewal*

Annotation. *The average transport fleet age on the shipping companies balance is approximately forty years. The outdated fleet operation leads to the effectiveness and competitiveness decrease concerning the shipping companies and the branch itself. The new fleet construction is far behind the shipowners needs. In recent years fleet retirement 20 times exceeded new vessels commissioning. Shipping companies ability to secure investments in the new fleet*

construction is extremely limited due to the shipping business low profitability. In these conditions the fleet modernization will create a certain time reserve to replace the outdated vessels with the competitive ones. As practice shows the new vessels construction is three times higher than the modernization costs.

References:

- [1] The order of the Government of the Russian Federation № 327-R dated 29 February 2016 strategy for the development of inland water transport of the Russian Federation.
- [2] Order of the Government of the Russian Federation No. 1734-R of November 22, 2008. Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030. [Electronic resource.] – Access mode: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008 ahhh!
- [3] Kovalev A.P. property Management at the enterprise: textbook / A.P. Kovalev. – Moscow: Finance and statistics, Infra-M, 2009. – 272 p.
- [4] Lazarev A.N. Rules for repair of courts of the Ministry of river fleet of the RSFSR/MYFF RSFSR / A.N. Lazarev, V.G. Nikiforov, B.D. Khudyakov, L.V. Cherkasov. – Moscow: Transport, 1990. 72 p.
- [5] Marchenko S.S. Economic assessment of modernization of dry cargo vessels of mixed navigation: dis. ... kand. Econ. Sciences / S.S. Marchenko; GUMRF im ADM. S.O. Makarov. – SPb.: The GUMRF them ADM. S. O. Makarova, 2014. 155 p.
- [6] Marchenko S. S. Opportunities to improve the competitiveness of dry cargo vessels of mixed navigation due to the modernization of the fleet / S. S. Marchenko // Bulletin of the State University of Maritime and river fleet named after Admiral S. O. Makarov. – 2013. – № 3 (22). – P. 136-143.
- [7] Efremov N. On the extension of the operational life of vessels of inland and mixed («river – sea») navigation / N.A. Efremov. – Moscow: Russian River Register, 2002. – 64 p.
- [8] Management P. 002-2010. Renewal of vessels of internal and mixed «river – sea» navigation. – Moscow: Russian River Register, 2010.
- [9] Koptseva E.P. Economic assessment of wear of river fleet vessels: dis. ... kand. Econ. Sciences / E.P. Koptseva. – SPb.: SPGUVK, 2001. – 162 p.
- [10] Moskalenko M.A. Evaluation of the effectiveness of modernization of the hull of small tonnage vessels / M.A. Moskalenko, Z. M. Subbotin, L. V. Zakharina // Bulletin of the State University of marine and river fleet named after Admiral S. O. Makarov. – 2014. – № 6 (28). – P. 88-94.
- [11] Bulow A.A. Development of transport and the competitiveness of ships «river – sea» sailing a new generation / A.A. Bulow, D. R. Vorontsov // Journal of University of water communications. – 2012. – № 1. – P. 245a–251.
- [12] Buyanova L.N. Innovation as a factor in improving the competitiveness of the Navy / Ln Buyanova, A. N. Lazarev // Journal of the University of water communications. – 2012. – № 1. – P. 224a–230.
- [13] Logachev S.I. World shipbuilding: current state and prospects of development / S. I. Logachev, V. V. Chugunov, E. A. Gorin. – 2nd ed., Rev. and extra – SPb.: Mohr. West., 2009. – 544 c. Issue 4 83 Issue 1 (35) 2016
- [14] Radmilović Z. River-sea shipping – competitiveness of various transport technologies / Z. Radmilović, R. Zobenica, V. Maraš // Journal of Transport Geography. – 2011. – Vol. 19. – Is. 6. – Pp. 1509-1516. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2011.03.002
- [15] Lazarev A.N. Classification analysis of competitiveness factors of dry cargo vessels of mixed «river – sea» navigation / A.N. Lazarev, S.S. Marchenko // logistics: modern trends: materials XIV international. scientific. – prakt. Conf. 9, April 10, 2015 – St. Petersburg.: The GUMRF named after Admiral S. O. Makarov, 2015. – P. 214-217.
- [16] The river fleet of the XXI century. What is the situation with cargo and passenger ships today. [Electronic resource.] – Access mode: <https://www.korabel.ru/news/comments> ahhh!
- [17] marine engineering Bureau. [Electronic resource.] – Access mode: <http://meb.com.ua/news/news.html?863>.
- [18] Rostov E.I. Technology and organization of renovation of hulls of river fleet: dis. ... kand. Techn. Sciences / E.I. Rostov. – SPb.: GOWK, 2003.
- [19] Mineev V.I. Modern mechanisms of regulation of access of the national fleet «river-sea» to the national cargo base in international shipping / Mineev V. I. Kostrov V. N., Nikitin A. A. // Vestnik / VGAVT. – 2012. – Issue. 33.
- [20] Mineev V.I. Justification of efficiency of combined technologies of cargo transportation by water transport / Mineev V. I., Kostrov S. V. // Scientific problems of transport in Siberia and the Far East. – 2013. – № 1.

- [21] Kuzmichev I.K. Features of determining the needs of the transport fleet for freight transport in conditions of uncertainty and globalization / G. V. Veselov, A.V. Novikov, V. N. Zakharov // Vestnik / VGAVT. – 2018. – Issue. 57.
- [22] Bau und Betrieb von Hafenanlagen sollen gützlich geregelt werden Schiff und Hafen. 2002. – № 2. – с. 47–48.
- [23] Frachfenspiegel für Trockengüter. Binnenschifffahrt. Zeitschrift für Binnenschifffahrt und Wasserstrassen. 2001. – № 5. – с. 42.
- [24] Küsten und Binnenschiffe leiden unter Ladungsverlust. DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. 2006. № 98, с. 9.
- [25] Froning Andreas. Tankschiffer: Frachtraten schwanken immer mehr. Binnenschifffahrt 2006. № 6, с. 43.
- [26] Carse A., Lewis J.A. Toward a political ecology of infrastructure standards: Or, how to think about ships, waterways, sediment, and communities together // Environment and Planning A: Economy and Space. 2017. Vol. 49. N. 1. Pp. 9–28. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0308518X16663015>.
- [27] Czaplewski K., Zwolan P. Constructing and editing virtual models of ships for navigational analyses // European Navigation Conference (ENC). IEEE, 2019. Pp. 1–5. DOI: 10.1109/EURONAV.2019.8714136.
- [28] Farida R.W.D., Utama N.J. Modernization of Shipping and River Sailing Business in Palembang 1860–1930 // Advanced Science Letters. 2017. Vol. 23. N. 10. Pp. 9959–9961. URL: <https://doi.org/10.1166/asl.2017.10353>.
- [29] Market F. Structured Finance in Shipping // The International Handbook of Shipping Finance: Theory and Practice. 2016. Pp. 191–193. URL: https://www.google.com/books?hl=ru&lr=&id=JOx6DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA190&dq=fleet+modernization+in+minimum+funding&ots=qr_YbIIGMb&sig=PS_dNuVuRF_2eccwUoK42ikDjbE.
- [30] Shao Z., Chambliss S., Bandivadekar A. India Heavy-Duty Fleet Modernization Program—A Scrap-page Program Combined with Accelerated Adoption of Bharat Stage VI Emission Standards // International Council on Clean Transport (ICCT) White Paper, Berlin. 2016. URL: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_HDV-fleet-renewal-India_20160610_vF.pdf

Статья поступила в редакцию 27.06.2019 г.

УДК 339.5

Капанов Александр Владимирович, доцент кафедры логистики и маркетинга
ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Коришунов Дмитрий Александрович, к.э.н., доцент кафедры логистики и маркетинга
ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

АНАЛИЗ УРОВНЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТАМОЖЕННЫХ ОРГАНОВ С УЧАСТНИКАМИ ВЭД ПРИ ВНЕДРЕНИИ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Ключевые слова: *таможня, взаимодействие, таможенный контроль, электронное декларирование.*

Статья основана на изучении многолетней практики таможенного оформления внешнеторговых поставок товаров с учетом действующих правил таможенного контроля. Взаимодействие участников внешнеэкономической деятельности (ВЭД) с таможенными органами все больше приобретает формальный характер, а возможности прямого эффективного взаимодействия сокращаются. Это влечет значительные задержки поставок, теряется много времени на понимание ошибок при оформлении поставки в электронном виде. Авторами анализируются существующие проблемы и предложены пути их решения на основе совершенствования информационных технологий взаимодействия таможни и участника ВЭД. В частности, выделяются три основных тезиса по развитию системы таможенного контроля, направленные на сокращение сроков выпуска товаров, применение автоматических механизмов проверки таможенных деклараций и совершенствование информационных технологий с целью повышения уровня и эффективности взаимодействия всех заинтересованных сторон.

Введение

В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации и Планом мероприятий («дорожной картой») по реформированию системы таможенных органов в период с 2018 года по 2020 год, утвержденным приказом Минфина России от 9 января 2018 г. № 2, в Российской Федерации проводятся работы по созданию единой сети электронных таможен и центров электронного декларирования (далее – ЦЭД).

Создание электронных таможен со специализированными постами таможенного контроля электронных документов – центров электронного декларирования, нацелено на тестирование и отладку новой технологии разделённого контроля: документального и фактического. Фактический контроль предполагается проводить в таможенных органах, максимально приближенных к декларантам – для удобства проведения таможенных операций с товарами, а документальный контроль в течение 2019–20 годов будет сосредоточен в 16 центрах таможенного декларирования, вместо действовавших в 2018 году 672 мест декларирования.

Электронные таможни с октября 2018 года созданы в трёх регионах: Приволжском, Северо-Кавказском и Уральском. К существующим ЦЭД добавился Калининградский ЦЭД центрального подчинения и ЦЭД Московской областной таможни; таким образом, в Российской Федерации действуют 32 ЦЭД, использующие экспериментальные технологии таможенного контроля, предложенные к эксперименту ещё в 2011 году.

Как показывает практика и отмечают специалисты, за 8 лет эксперимента информационные технологии и условия работы изменились, обозначились узкие и проблемные места, требующие скорейшего разрешения [4,7,8,10].

Основная проблематика исследования и направления совершенствования системы таможенного контроля

Для подавляющего большинства участников ВЭД за время действия электронного декларирования подача электронной декларации в ЦЭД стала ежедневной практикой (рис. 1) [19]. Однако в текущем процессе внедрения новых технологий таможенного контроля при взаимодействии по электронным каналам связи с должностными лицами таможенных органов проявилась существенная коммуникационная проблема.

Таможня	Форма декларирования		Итого
	Бумажная	Электронная	
Астраханская*	6	25192	25198
Краснодарская		26966	26966
Миллеровская		4812	4812
Новороссийская		41670	41670
Ростовская		45142	45142
Сочинская		1223	1223
Таганрогская		14694	14694
Общий итог	6	159699	159705
Доля ЭД в общем объеме декларирования			99,996%

* ДТ № 10311030/030419/0000001, 10311030/030619/0000002, 10311030/100619/0000003, 10311030/210619/0000004, 10311030/250619/0000005, 10311030/250619/0000006 в соответствии с постановлением Правительства от 13.12.2013 № 1154.

Рис. 1. Статистические данные о количестве деклараций на товары, поданных в электронной форме в Южном Таможенном Управлении (январь–июнь 2019 г.)

В частности, таможенные законодательства ЕАЭС и России регламентируют порядок информационного обмена при таможенном декларировании в общих чертах [5,6,9]. При этом действующей технологии обмена информацией, необходимой для принятия решения в случаях, отличных от электронного обмена сведениями при декларировании, нет. Федеральным законом о таможенном регулировании [1] предусмотрено обеспечение реализации задач в области таможенного дела Минфином России и ФТС России. Эти ведомства должны обеспечивать функционирование механизма взаимодействия таможенных органов с участниками ВЭД. Для успешной реализации задач всеми участниками таможенных правоотношений нужна единая цель – сокращение сроков выпуска – как результат эффективного взаимодействия. Такой результат выгоден участникам ВЭД как с точки зрения коммерческой эффективности, так и сокращения логистических издержек при доставке экспортно-импортных товаров.

Сегодня делается всё возможное, чтобы исключить контакт таможенников с декларантами и их таможенными представителями по средством системы электронного декларирования [3]. Если заполнить таможенную декларацию без ошибок, то разработанный таможенниками алгоритм её проверки выдаст автоматическую регистрацию декларации и сделает возможным автоматический выпуск товара. Автоматическая регистрация и автоматический выпуск означают, что решение таможенного органа

принимается программным комплексом без участия таможенного инспектора. Всё взаимодействие сведено к минимуму, и желаемый обеими сторонами результат достигается автоматически. Таких случаев в практике таможенного контроля становится больше. Анализ и статистика отказов позволяют декларанту находить потенциальную возможность безошибочного ввода информации в таможенную декларацию. Если декларант пользуется коммерческим программным продуктом для таможенного декларирования и обмена электронными сведениями с таможенным органом, то в рамках доработки программного продукта можно запросить от разработчика программного продукта внедрение таможенных алгоритмов проверки на стадии подготовки таможенной декларации перед её подачей в таможенный орган. Федеральной таможенной службой России поддерживаются для персонифицированного информационного взаимодействия участника ВЭД с таможенными органами личный кабинет участника ВЭД и портал электронного представления сведений, в которые также необходимо включить возможность использования алгоритмов, позволяющих пройти автоматическую регистрацию таможенной декларации.

Таким образом можно сделать вывод, что применение декларантом автоматических алгоритмов проверки до подачи таможенной декларации существенно увеличит количество «автоматически выпускаемых» таможенных деклараций.

Такой автоматический выпуск таможенной декларации может служить оценкой качества взаимодействия таможенников и участников ВЭД. Все стороны заинтересованы в развитии этого механизма и в совершенствовании алгоритмов таможенного контроля, приводящих к быстрым и качественным решениям по выпуску товаров.

В тоже время, при ввозе товаров из-за рубежа у таможенников существует возможность начать документальный контроль до прибытия товаров в место доставки товаров. Частично реализована такая возможность при подаче декларации до ввоза товара на таможенную территорию или до его доставки в место доставки. В этом случае для ускорения выпуска товаров и оптимизации затрат декларанта сведения для предварительного таможенного декларирования используются для предварительного информирования о ввозе и для декларирования транзита товаров от границы до места фактического контроля. Для последующего автоматического выпуска декларанту необходимо иметь возможность отслеживать действия таможенников по контролю сведений, передаваемых в таможенные органы на указанных стадиях проведения таможенных операций. Рассмотрим подробнее, как происходит такое информационное взаимодействие. Декларант подаёт предварительную таможенную декларацию и таможенный орган после её регистрации начинает электронный контроль. Из сведений, подготовленных для предварительной декларации, декларант создаёт уведомления для предварительного информирования, отправляет его на границу как уведомление о прибытии товара. После прибытия на таможенную территорию транспорта с товаром, декларируется таможенный транзит до ближайшего к декларанту таможенного поста, и товар следует к нему с целью автоматического выпуска. За это время, как правило, электронный контроль заканчивается, но как только декларант подтверждает прибытие товарной партии в место доставки, к нему начинают приходиться новые запросы от таможенного органа, несмотря на то, что после проверки предварительной декларации на мониторе декларанта отображается статус: проверка ДТ завершена. Получая по предварительной декларации сообщение на монитор о завершении проверки, декларант должен иметь точную информацию о решении таможенного органа: товар будет автоматически выпущен при подтверждении заявленных сведений из таможенного органа в месте доставки или проверка продолжится, так как у таможенного органа уже есть основания запросить документы и сведения, не представленные при декларировании. В практике работы с предварительными таможенными декларациями нет единства среди таможенных органов. Поэтому в разных ЦЭДах можно встретить разнообразные способы держать участника ВЭД в неведении о проводимых с декларацией действиях.

Неопределённость данного порядка использования таможенниками сведений из предварительной декларации не позволяет в полной мере осуществить автоматизацию применения форм таможенного контроля и мер, его обеспечивающих, до прибытия товаров в места доставки. В связи с чем, по мнению авторов, необходима доработка информационной технологии таможенных органов с целью полного таможенного контроля предварительной декларации, предварительной информации, таможенного транзита для автоматического выпуска товара после его прибытия в место доставки.

По действующим правилам таможенного оформления в случаях, когда автоматический выпуск товара электронной таможенной не применён, нормативный срок выпуска составляет 4 часа. По прошествии этого срока декларант должен получать от таможенного органа информационное сообщение о действиях с таможенной декларацией или товаром, чтобы иметь возможность, например, предоставить дополнительно запрошенные документы незамедлительно и ожидать выпуска товаров в течение следующего рабочего дня. Для этого в технологию информационного взаимодействия таможенных органов и декларанта необходимо внести изменения с целью автоматического отслеживания принятых решений после истечения 4-х часового срока выпуска.

Федеральным законом о таможенном регулировании установлено право обращения в таможенный орган заинтересованного лица с запросом о предоставлении необходимой информации как в устной, так и в письменной форме. Устный запрос подлежит рассмотрению таможенным органом в день его получения. При подаче письменного запроса ответ должен быть дан в письменной форме в течение десяти дней со дня его получения (ст. 265, п. 3). Электронный контроль документов и сведений, указанных в таможенной декларации, не предусматривает реализацию установленных законом прав. За несколько месяцев практики взаимодействия с ЦЭД, при отсутствии контакта участника ВЭД и таможенного инспектора обозначилась существенная проблема: отсутствие механизма прослеживания таможенных операций в электронном документообороте, который бы позволил участнику ВЭД понимать, что происходит с его таможенной декларацией. Сейчас взаимодействие реализовано таким образом, что инспектор, принимающий решение по таможенной декларации, не может информировать декларанта о действиях таможенного органа. Например, из нескольких товаров, указанных в таможенной декларации, дополнительная проверка проводится лишь по одному, но инспектор не имеет технической возможности в это время принять решение о выпуске всех остальных товаров, по которым не возникают дополнительные вопросы, хотя законодательством такой частичный выпуск допускается. А если у должностного лица таможенного органа и имеется такая возможность, то она не реализуется, так как неподконтрольна декларанту.

Разрешить эту проблему можно, если внести изменение в технологию информационного обмена таможенного органа и декларанта (или его таможенного представителя) через программные средства таможенного декларирования, через личный кабинет участника ВЭД, и/или через Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций) для иных заинтересованных лиц, например, перевозчика.

Эти же изменения в технологию позволят разрешить и другие проблемные случаи взаимодействия таможенных органов с участниками ВЭД.

Как пример такого случая рассмотрим начатую до выпуска дополнительную проверку по классификации товаров. В рамках контроля таможенной декларации для выпуска товаров могут быть применены меры обеспечения в соответствии со статьёй 121 ТК ЕАЭС [2]. Срок проведения дополнительной проверки регламентирован статьёй 325 ТК ЕАЭС и зависит от субъективного мнения о достаточности или недостаточности сведений для подтверждения заявленных в таможенной декларации данных. При этом информирование декларанта о принятом таможенным органом решении должно быть проведено в срок не позднее 30 календарных дней со дня представления запрошенных документов и (или) сведений, если до выпуска товаров запрошенные документы и сведения не представлены в ЦЭД. В этот срок, при необходимости уточнения

сведений, может быть сделан повторный запрос декларанту о предоставлении документов или пояснений по представленной информации. Исполнение повторного запроса декларантом происходит в течение 10 дней, на это время приостанавливается срок принятия таможенным органом решения по дополнительной проверке.

Срок документальной проверки не может превышать срока временного хранения, то есть 4-х месяцев, если со сроком проверки связан срок выпуска товаров. Если товар уже выпущен, а дополнительная проверка продолжается после предоставления запрошенных документов и сведений уже после выпуска товаров, то срок проведения дополнительно проверки максимально может достигать 100 календарных дней (срок предоставления всех запрошенных документов от 0 до 60 дней, $60 + 30 + 10 =$ до 100 дн.).

Из приведённых положений законодательства следует, что для проведения таможенным органом проверочных мероприятий отводится значительный промежуток времени. Но проверка может закончиться достаточно быстро, и декларанту необходимо быть осведомлённым, что происходит с предоставленными им документами и сведениями. Технология информационного обмена не предполагает такого информирования, хотя в системе таможенных органов прохождение информации отслеживается, и простое отражение хода проверки позволит снять негативные последствия «закрытости» необходимой декларанту информации. Стандартными программными средствами таможенного декларирования не предусмотрено информационного взаимодействия с таможенным органом по вопросам прохождения проверки. Тем самым создаются потенциальные условия бесконтрольного затягивания сроков проверки.

В таможенном законодательстве заложены нормы персонализации выносимых решений, например, в пункте 7 статьи 119 ТК ЕАЭС[2]: *«В случае если проверка таможенных, иных документов и (или) сведений не может быть завершена в срок, установленный пунктом 6 настоящей статьи, и выпуск товаров в соответствии со статьей 121 настоящего Кодекса не может быть произведен в случае, предусмотренном пунктом 5 статьи 121 настоящего Кодекса, срок выпуска товаров продлевается с разрешения руководителя (начальника) таможенного органа, уполномоченного им заместителя руководителя (заместителя начальника) таможенного органа либо лиц, их замещающих, со дня, следующего за днем истечения срока, установленного пунктом 6 настоящей статьи, на срок проведения такой проверки».*

В то же время в информационной системе, применяемой при таможенном декларировании, все документы направляются за электронной подписью одного должностного лица, а именно – инспектора, проводящего проверку таможенной декларации.

Между тем мировой и, в первую очередь, европейский опыт [12–19] свидетельствуют о возможности построения рационального взаимодействия международных поставщиков и государственных таможенных органов при широком применении продуманных технологических решений в сфере электронного декларирования.

Основные теоретические выводы

Таким образом, эффективное информационное взаимодействие таможенных органов и участников ВЭД возможно посредством реализации на практике следующих предложений:

1) Для обеспечения сокращения срока выпуска товаров, сокращения издержек на таможенный контроль необходимо персонифицировать и информационно сопровождать действия таможенного органа и его должностных лиц с таможенной декларацией, документами и сведениями, представленными декларантом, а также изменить технологию информационного взаимодействия таможенного органа и участника ВЭД.

2) Применение декларантом автоматических алгоритмов проверки до подачи таможенной декларации существенно увеличит количество «автовывпускаемых» таможенных деклараций.

3) Необходима доработка информационной технологии таможенных органов с целью полного таможенного контроля предварительной декларации, предварительной

информации, таможенного транзита для автоматического выпуска товара после его прибытия в место доставки.

Любое изменение технологии таможенного контроля влечёт за собой настройку информационных систем и технологических цепочек взаимодействия участника ВЭД с таможенными органами. В практике отработки методики и предлагаемых процессов взаимодействия применяются различные формы построения моделей, например, имитационное моделирование. Для исключения ошибочных решений необходимо будет разработать детальную схему бизнес-процессов, отражающую все этапы и узловые точки прохождения участником ВЭД контрольных процедур в пограничных пунктах пропуска при прибытии транспорта в место доставки товаров и контроля после выпуска товаров. Анализ результатов такого моделирования позволит найти оптимальные схемы информационного взаимодействия и избежать необоснованных издержек участников ВЭД при изменении технологий таможенного контроля, разделённого на электронный и фактический.

Список литературы:

- [1] Федеральный закон № 289-ФЗ от 3 августа 2018 года «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304093/
- [2] Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (Приложение № 1 к Договору от 11 апреля 2017 года о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215314/
- [3] Капранов А.В., Коршунов Д.А. Актуальные проблемы и пути их решения в таможенной сфере. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2018. № 57. С. 113–119.
- [4] Красикова С.Б., Маслаков Ф.Е., Матвеева Н.В. Сущность и проблематика внедрения электронного декларирования. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б.Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 29–35.
- [5] Кудрявцева М.М.; Иванова Н.Г. Межведомственное электронное взаимодействие в таможенной сфере России. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б.Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 40–49.
- [6] Кузьмичева Р.А., Лебедева А.Ю.; Куроптев Н.Б. Анализ хода реализации стратегии развития таможенной службы Российской Федерации до 2020 года. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б.Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 54–63.
- [7] Лавринович А.А.; Краснова А.И. Информационно-техническое обеспечение выпуска товаров. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б.Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 75–82.
- [8] Лебедева А.А.; Краснова А.И. Таможенное декларирование товаров: проблемы и способы их решения. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 75–82.
- [9] Молчанов Е.А.; Лузина Т.В. Анализ взаимодействия ФТС с бизнес-структурами. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 174–181.

[10] Никишова А.С.; Прохорова Е.Е.; Матвеева Н.В. Развитие электронного декларирования в Российской Федерации: проблемы и пути совершенствования. Таможенные чтения – 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации. Взгляд молодых лидеров: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 9-х тт. том II / Под общ. ред. профессора С.Н. Гамидуллаева. СПб.: Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал РТА, 2017. – С. 219–227.

[11] Статистические данные о количестве деклараций на товары, поданных в электронной форме в Южном Таможенном Управлении (январь-июнь 2019 г.). Режим доступа: http://old.yutu.customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=32906:-2019-&catid=108:2010-12-23-05-51-23&Itemid=96

[12] Mr. Weidong Wang. New technologies for customs. June 2018. Режим доступа: http://rta.customs.ru/nrta/attachments/4290_S4WeidongWANG.pdf

[13] Simplifications – Title V UCC. Guidance for MSs and Trade. Режим доступа: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/guidance_simplifications_en.pdf

[14] Regulations Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council of 9 October 2013 laying down the Union Customs Code (recast) the European Parliament and the Council of the European Union. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0952&qid=1461339170453&from=EN>

[15] Regulations Commission delegated regulation (EU) 2015/2446 of 28 July 2015 supplementing Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council as regards detailed rules concerning certain provisions of the Union Customs Code. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2446&qid=1461339282249&from=EN>

[16] Commission Implementing Regulation (EU) 2015/2447 of 24 November 2015 laying down detailed rules for implementing certain provisions of Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council laying down the Union Customs Code. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2447&qid=1461339810688&from=EN>

[17] Regulations Commission Delegated Regulation (EU) 2016/341 of 17 December 2015 supplementing Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council as regards transitional rules for certain provisions of the Union Customs Code <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0341&qid=1461339911106&from=EN>

[18] Convention on the simplification of formalities in trade in goods. Режим доступа: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/customs/procedural_aspects/general/sad/convention_simplification_formalities_en.pdf

[19] Eucdm Guidance Document. Режим доступа: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/eucdm_guidance_document_en.pdf

THE ANALYSIS OF THE INTERACTION LEVEL BETWEEN THE CUSTOMS AUTHORITIES AND THE FOREIGN TRADE ACTIVITY PARTICIPANTS IN THE DISTRIBUTED CUSTOMS CONTROL IMPLEMENTATION AND ITS IMPROVEMENT RECOMMENDATIONS

*Kapranov Alexander V., associate Professor of Department of logistics and marketing,
Volga State University of Water Transport,*

*Korshunov Dmitry A., Candidate of Engineering Sciences, associate Professor
of Department of logistics and marketing,
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov, Nizhny Novgorod, 603951*

Keywords: *customs, interaction, customs control, electronic Declaration.*

The article is based on the long-term practice of foreign trade goods supplies customs clearance study considering the customs control existing rules. The interaction between foreign economic activity participants and customs authorities is becoming more formal and opportunities

for direct effective interaction are reduced. This entails significant delays in deliveries, a lot of time is lost to understand the errors in the design of delivery in electronic form. The authors analyse the existing problems and offer ways to solve the problem on the basis of improving information technologies concerning the interaction between customs and foreign trade participants. In particular, there are three main theses on the development of the customs control system aimed at reducing the goods release, the use of automatic mechanisms for checking customs declarations and improving information technology, to improve the interaction level and efficiency between all the interested parties.

References:

- [1] Federal'nyj zakon № 289-FZ ot 3 avgusta 2018 goda «O tamozhennom regulirovanii v Rossijskoj Federacii i o vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii». Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304093/
- [2] Tamozhennyj kodeks Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza (Prilozhenie № 1 k Dogovoru ot 11 aprelya 2017 goda o Tamozhennom kodekse Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza). Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215314/
- [3] Kapranov A.V., Korshunov D.A. Aktual'nye problemy i putiresheniya v tamozhennoj sfere. Vestnik Volzhskoj gosudarstvennoj akademii vodnogo transporta. 2018. № 57. S. 113-119.
- [4] Krasikova S.B., Maslakov F.E., Matveeva N.V. Sushchnost' i problematika vnedreniya elektronnoho deklarirovaniya. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.29-35.
- [5] Kudryavceva M.M.; Ivanova N.G. Mezhdovedstvennoe elektronnoe vzaimodejstvie v tamozhennoj sfere Rossii. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.40-49.
- [6] Kuz'micheva R.A., Lebedeva A.YU.; Kuroptev N.B. Analiz hoda realizacii strategii razvitiya tamozhennoj sluzhby Rossijskoj Federacii do 2020 goda. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.54-63.
- [7] Lavrinovich A.A.; Krasnova A.I. Informacionno-tehnicheskoe obespechenie vypuska tovarov. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.75-82.
- [8] Lebedeva A.A.; Krasnova A.I. Tamozhennoe deklarirovanie tovarov: problemy i sposoby ih resheniya. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.75-82.
- [9] Molchanov E.A.; Luzina T.V. Analiz vzaimodejstviya FTS s biznes-strukturami. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.174-181.
- [10] Nikishova A.S.; Prohorova E.E.; Matveeva N.V. Razvitie elektronnoho deklarirovaniya v Rossijskoj Federacii: problemy i puti sovershenstvovaniya. Tamozhennye chteniya – 2017. Sovremennaya nauka i obrazovanie na strazhe ekonomicheskikh interesov Rossijskoj Federacii. Vzglyad molodyh liderov: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 9-h tt. tom II / Pod obshch. red. professora S.N. Gamidullaeva. SPb.: Sankt-Peterburgskij imeni V.B.Bobkova filial RTA, 2017. – S.219-227.

- [11] Statisticheskie dannye o kolichestve deklaracijnatovary, podannyh v elektronnoj forme v Yuzhnom Tamozhenom Upravlenii (yanvar'-iyun' 2019 g.). Rezhim dostupa: http://old.yutu.customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=32906:-2019-&catid=108:2010-12-23-05-51-23&Itemid=96
- [12] Mr. Weidong Wang. New technologies for customs. June 2018. Rezhim dostupa: http://rta.customs.ru/nrta/attachments/4290_S4WeidongWANG.pdf
- [13] SIMPLIFICATIONS – Title V UCC. Guidance for MSs and Trade. Rezhim dostupa: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/guidance_simplifications_en.pdf
- [14] Regulations regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the council of 9 October 2013 laying down the Union Customs Code(recast) the European Parliament And The Council Of The European Union. Rezhim dostupa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0952&qid=1461339170453&from=EN>
- [15] Regulations Commission Delegated Regulation (EU) 2015/2446 of 28 July 2015 supplementing Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council as regards detailed rules concerning certain provisions of the Union Customs Code. Rezhim dostupa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2446&qid=1461339282249&from=EN>
- [16] Commission Implementing Regulation (EU) 2015/2447 of 24 November 2015 laying down detailed rules for implementing certain provisions of Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council laying down the Union Customs Code. Rezhim dostupa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2447&qid=1461339810688&from=EN>
- [17] Regulations Commission Delegated Regulation (EU) 2016/341 of 17 December 2015 supplementing Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council as regards transitional rules for certain provisions of the Union Customs Code <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0341&qid=1461339911106&from=EN>
- [18] CONVENTION on the simplification of formalities in trade in goods. Rezhim dostupa: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/customs/procedural_aspects/general/sad/convention_simplification_formalities_en.pdf
- [19] Eucdm Guidance Document. Rezhim dostupa: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/eucdm_guidance_document_en.pdf

Статья поступила в редакцию 30.10.2019 г.

УДК 339.97

Кегенбеков Жандос Кадырханович, декан факультета инженерно-экономических наук, к.т.н., доцент, Казахстанско-Немецкий университет (КНУ),
e-mail: kegenbekov@dku.kz

Бердибекова Жулдыз Рахымбайкызы, магистрант факультета инженерно-экономических наук, Казахстанско-Немецкий университет (КНУ),
e-mail: zhuldyz.berdibekova@gmail.com
Казахстанско-Немецкий университет (КНУ)
050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 111

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СТРАТЕГИИ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В ВОЗРОЖДЕНИИ НОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ

Ключевые слова: инициатива «Один пояс, один путь», транзитный потенциал, инфраструктура, маршрут покрытия.

Аннотация. В статье представлен системный анализ китайской и казахстанской политики возрождения Шелкового пути через призму новых инициатив, принятых двумя странами в последнее время. Авторы рассматривают китайскую инициативу «Один пояс и одна дорога», принятую китайским правительством в 2013 году. Авторы отмечают, что Китай уже выделил 250 миллиардов долларов США на развитие новых заводов, железных дорог, трубопроводов, аэропортов и т.д. вдоль автодороги в странах Африки, Юго-Восточной Азии и Центральной Азии и планирует потратить 1 триллион долларов США на эти проекты в течение следующих 10 лет. Описывая китайский подход, авторы обращаются к казахстанской политике, направленной на возрождение торговли древнего Шелкового пути. Авторы утверждают, что у Китая и Казахстана много общего с точки зрения стратегий, принятых для достижения этой цели. В обоснование этого авторы указывают на стратегию «Нурлы жол», которая была запущена правительством Казахстана в ответ на инициативу Китая. Благодаря стратегии «Нурлы жол» ожидается, что реализация Китайской инициативы будет продвигаться в Казахстане гораздо быстрее и эффективнее, чем в других странах Центральной Азии.

В совокупности в статье представлен основательный анализ стратегий, принятых правительствами Китая и Казахстана. В целом, статья дает более оптимистичный взгляд на стратегии Китая и Казахстана в отношении Шелкового пути, оставляя впечатление, что реализация стратегии окажет положительное и долгосрочное влияние на экономику стран. Хотя в краткосрочной перспективе всеобъемлющая оценка вызовов, связанных с реализацией стратегии в будущем, роль международных рынков, а также сложная геополитическая ситуация в Евразии в целом, может оказать серьезное влияние.

Инициатива «Один пояс, один путь» ускорила продвижение таких инфраструктурных проектов, как высокоскоростная железная дорога в Индонезии, железная дорога Китай-Лаос, железная дорога Аддис-Абеба (Эфиопия) – Джибути, железная дорога Будапешт (Венгрия) – Бург (Сербия). Были построены порты Гвадар и Пирей, и в планы входит реализация ряда проектов по присоединению инфраструктуры. В настоящее время формируется интегрированная инфраструктурная сеть, в центре которой находятся экономические коридоры: экономический коридор Китай-Пакистан, экономический коридор Китай-Монголия-Россия и Новый Евразийский континентальный мост. Каркас сети состоит из сухопутных и морских маршрутов и информационных

магистралей, опорой этой сети являются железные дороги, порты, трубопроводы и другие важные сооружения.

Следует понимать, что у Китая есть свои экономические приоритеты на евразийском пространстве, которые не всегда будут совпадать с приоритетами России или Казахстана. В рамках проекта «Шелковый путь» Китай, вероятно, будет всячески продвигать широтные коридоры в направлении восток-запад. Меридиональные коридоры «север-юг», которые чрезвычайно важны как для Казахстана, так и для России (направления в Иран, на Ближний Восток и в Индию в будущем; товарная номенклатура – зерно, сельскохозяйственная продукция, удобрения, металлопродукция, машиностроение, нефтехимия менее приоритетны для Китая). Эти коридоры, которые Россия и Казахстан будут стремиться создать по обе стороны Каспийского моря, скорее всего, будут финансироваться, в основном, за счет собственных ресурсов [1].

По мнению экспертов, для Китая новый Шелковый путь – это не просто сеть железных дорог через Евразийский континент, но и множество экономических и стратегических возможностей, начиная от усиления своего влияния в регионе и заканчивая вытеснением Соединенных Штатов с целого континента. Таким образом, если Европа поворачивается к Азии, а не смотрит через Атлантический океан, и если Китаю удастся сблизиться с Россией, Центральной Азией, Восточной Европой и Ближним Востоком, то американским политикам следует радикально пересмотреть свой традиционный подход к этим регионам и всему миру в целом [2].

Инициатива «Один пояс, один путь» включает в себя два физических маршрута с несколькими промежуточными транспортными узлами, соединяющими Китай с Европой, Африкой и Юго-Восточной Азией. Инициатива будет сконцентрирована на инвестициях в широкий спектр активов, включая порты, автомобильные дороги, железные дороги, аэропорты, электростанции, нефте- и газопроводы, и нефтеперерабатывающие заводы, при этом общая стоимость уже реализованных проектов в азиатском регионе составляет 250 млрд долларов США. Кроме того, ожидается, что правительство Китая в ближайшие 10 лет мобилизует примерно 1 трлн долларов государственного финансирования для финансирования расходов на инфраструктуру в странах, расположенных вдоль дороги «Один пояс, один путь» [3].

Ожидается, что «Один пояс, один путь» окажет положительное влияние на региональную торговлю, сократит затраты на логистику, приведет к заключению новых торговых сделок и будет способствовать развитию новых производственных экспортных центров за пределами Китая. В частности, наибольший импульс роста внешней торговли будет наблюдаться на развивающихся рынках с уровнем развития ниже среднего, включая Бангладеш, Камбоджу, Лаос, Пакистан, Мьянму. Это частично объясняется эффектом низкой базы и благоприятным позиционированием через маршруты покрытия.

В 2000-х годах произошло качественное изменение формата сотрудничества, что потребовало пересмотра многих договорных документов и разработки новых перспектив в изменяющихся условиях нового века. За последние двадцать лет оба государства, Казахстан и Китай, динамично изменились и трансформировались, они стали равноправными участниками многих процессов в новых международных условиях. Новый этап сотрудничества «Один пояс, один путь»: сотрудничество и устойчивое развитие соседних стран характеризует обновление двусторонних стратегий развития, обновление соглашений, новизну действий. Таким образом, новый «Договор о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве» положил начало процессу двусторонних инициатив и договорных соглашений. Стратегия индустриально-инновационного развития Казахстана «Нұрлы жол» диктует развитие новых направлений экономического взаимодействия с внешними партнерами. Казахская программа получила «новое дыхание, новую поддержку нашего великого соседа – Китая» [4].

Особенность «нового этапа всестороннего стратегического партнерства» заключается в том, что казахстанско-китайские отношения, руководствуясь теперь внутренней

стратегией, каждые четыре года обновляют общую стратегию партнерства. Отметим, что в национальных стратегиях Казахстана и Китая наблюдается своего рода параллелизм интересов, они порождают новые области взаимодействия и проектного сотрудничества. «Нұрлы жол» соответствует концепции «Один пояс, один путь» – китайская инициатива совместных проектов по созданию «Экономического пояса нового шелкового пути» и «Морского шелкового пути XXI века».

Реализация этой инициативы находилась в фокусе внешней политики Китая в 2015 году, она отражала китайскую политику открытости и сотрудничества в экономической сфере. Для Казахстана проект «Экономический пояс нового шелкового пути» соответствует духу программы «Нұрлы жол», интересам экономического роста и совместной инфраструктурной трансформации региона с Китаем (министр иностранных дел Китая Ван И). Во время Азиатского форума правительство Китая опубликовало «Концепцию и план действий по содействию совместному строительству экономического пояса шелкового пути и Шелкового пути XXI века» [5].

Ожидается, что реализация программы «Один пояс, один путь» в Казахстане будет быстрее, чем в других странах-участниках, благодаря значительному взаимодействию с программой «Нұрлы жол» и оптимизированной правовой и нормативной средой. Большинство проектов «Нұрлы жол» можно рассматривать как часть более широкой системы «Один пояс, один путь», поскольку они напрямую способствуют улучшению инфраструктуры Казахстана и транзитного потенциала ЕС-Азии. Таким образом, экономика Казахстана получит выгоду от реализации программы «Один пояс, один путь» [6].

Уже существенно модернизирована железнодорожная и автомобильная инфраструктура. Оптимизирована нормативно-правовая база инфраструктуры.

Программа «Один пояс, один путь», внедренная правительством Китая для улучшения связи между азиатским, европейским и африканским континентами, как ожидается, увеличит торговые потоки и долгосрочный региональный экономический рост. Инициатива включает в себя два физических маршрута с несколькими промежуточными узлами по пути, соединяющими Китай с Европой, Африкой и Юго-Восточной Азией. Это представляет собой совокупность всех текущих, запланированных и будущих инфраструктурных проектов, сопровождаемых двусторонними и региональными торговыми соглашениями.

«Один пояс, один путь» сосредоточится на инвестициях в широкий спектр активов, включая порты, дороги, железные дороги, аэропорты, электростанции, нефте- и газопроводы, и нефтеперерабатывающие заводы, с общей стоимостью уже реализованных проектов в азиатском регионе. Кроме того, ожидается, что правительство Китая мобилизует приблизительно 1 трлн долларов государственного финансирования в течение следующих 10 лет для финансирования расходов на инфраструктуру в страны вдоль дороги «Один пояс, один путь» [7].

Инициатива обеспечит связь между Азией, Европой и Африкой через пять маршрутов, представляющих собой синергию программ Экономического пояса Шелкового пути и Морского шелкового пути XXI века. Ожидается, что Экономический пояс Шелкового пути соединит Китай с Европой и Ближним Востоком через Центральную Азию и Россию и усилит интеграцию Китая с регионами Юго-Восточной Азии и Южной Азии. Между тем, «Морской шелковый путь XXI века» направлен на улучшение морской инфраструктуры прибрежных портов Китая, связывая страну с Европой через Южно-Китайское море и Индийский океан.

Концентрируясь на вышеуказанных пяти дорогах, «Один пояс, один путь» будет использовать глобальные логистические коридоры, основные города и ключевые порты, чтобы повысить степень сотрудничества между странами-участниками, создав шесть международных экономических маршрутов, включая Новый Евразийский мост, маршруты: Китай – Монголия – Россия, Китай – Центральная Азия – Западная Азия,

Китай – Индокитайский полуостров, Китай – Пакистан и Бангладеш – Китай – Индия – Мьянма [8].

Эта программа была впервые предложена президентом Китая Си Цзиньпином во время его визита в Казахстан в 2013 году, где он подчеркнул концепцию экономического пояса Шелкового пути, направленную на укрепление экономических связей между несколькими регионами. В октябре 2013 года президент Си повторил предложение «Один пояс, один путь» в его выступлении в индонезийском парламенте, указывающее на готовность укреплять сотрудничество со странами АСЕАН и расширение охвата инициативы «Один пояс, один путь» строительством Шелкового пути XXI века на море [9].

Казахстан является одним из крупнейших получателей китайских прямых иностранных инвестиций в Центральной Азии, общий объем которых в конце 2016 года составил 15,2 млрд. долларов США. Основными бенефициарами инвестиций Китая являются транспорт, финансы, горнодобывающая промышленность и производство [10].

Сопряжение ЕАЭС и «Экономического пояса Шелкового пути» даст возможность Казахстану и другим участникам ЕАЭС создать огромную транзитную зону для грузопотоков из Европы в Азию, расширить рынки сбыта их продукции на территории Китая и других азиатских стран. В частности, «Восточные ворота», сухой порт на китайско-казахстанской границе, в настоящее время представляют собой ключевой логистический узел на Новом Шелковом пути. Установка, которая была специально разработана для обработки контейнерных грузов, значительно увеличит транзитные мощности Казахстана, а общая стоимость проекта на сегодняшний день составляет более 230 млн. долл. США. Международный центр приграничного сотрудничества «Хоргос» может обрабатывать более 16 000 контейнеров в день, предлагая широкий спектр логистических решений, включая перегрузку грузов, формирование контейнерных поездов и документальное сопровождение. В мае 2017 года в рамках реализации программы «Один пояс, один путь» китайские инвесторы COSCO Shipping и порт Ляньюньган, договорились о дальнейшем развитии инфраструктуры Хоргоса, приобретя 49% акций терминала [11].

Другой ключевой логистический проект, морской порт Курык, расположенный в Мангистауской области, значительно увеличит пропускную способность морского транзита в Казахстане. Ожидается, что порт, обеспечивающий прямую перегрузку с поездов и грузовиков на паромы, будет стимулировать грузовые перевозки в Европу и на Ближний Восток через Азербайджан и Иран. Строительство первого этапа проекта было завершено в декабре 2016 года, и в общей сложности 44 объекта логистики начали свою работу. На сегодняшний день Курык обработал более 400 000 тонн грузов, из которых 1 млн. тонн планируется обработать в 2017 году. Другие основные инфраструктурные проекты в Казахстане, которые могут быть отнесены к «Один пояс, один путь», включают несколько железных дорог (Жезказган-Бейнеу, Аркалык-Шубарколь, Алматы – Шу) и логистические узлы в Нур-Султане и Шымкенте.

В январе 2017 года прибыл первый контейнерный поезд из Китая в Лондон, преодолев расстояние 7500 миль. Он прошел через Казахстан, Россию, Беларусь, Польшу, Германию, Бельгию и Францию, наконец, переход через английский канал в Великобританию. Общая продолжительность поездки составила 18 дней, что означает почти в 2 раза более быстрое время доставки груза по сравнению с морской перевозкой.

Следовательно, ожидается, что отрасли промышленности, которые в основном занимаются транспортировкой или обработкой контейнерных грузов, в среднесрочной перспективе будут опережать экономику Казахстана в целом, причем рост будет превышать рост ВВП. Эти отрасли включают железнодорожные и автомобильные перевозки, логистику и морскую, железнодорожную и автомобильную инфраструктуру.

Прогнозируется, что «Один пояс, один путь» внесет дополнительные инвестиции в ежегодный рост ВВП Казахстана к 2021 году, создав более 200 000 рабочих мест. Кроме того, экономика страны значительно выиграет от продолжающегося улучшения

инфраструктуры, при этом общий объем инвестиций достигнет более 7 млрд долларов США в течение следующих пяти лет.

Поскольку инициатива «Один пояс, один путь» приводит к значительным экономическим и геополитическим последствиям в долгосрочной перспективе, существует несколько факторов, ограничивающих потенциал программы:

Изменчивая глобальная макроэкономическая среда привела к снижению курса юаня и последующему снижению валютных резервов Китая, что привело к сокращению притока капитала в страну. В частности, валютные резервы сократились примерно на 1 трлн долл. США с пика в 2014 году, что вынудило правительство Китая принять меры, ограничивающие отток капитала [12].

Это означает, что финансовые возможности и политическая поддержка стран «Одного пояса, одного пути» ухудшились по сравнению с периодом, когда международные резервы Китая испытывали сильный импульс роста.

Ожидается, что инвестиции в инфраструктуру «Одного пояса, одного пути» окажут положительное влияние на региональную торговлю, сократив затраты на логистику, привлекая новые торговые сделки и способствуя развитию новых производственных экспортных центров за пределами Китая. В частности, самый сильный импульс в росте внешней торговли будет наблюдаться на развивающихся рынках с уровнем развития ниже среднего, включая Бангладеш, Камбоджу, Лаос, Пакистан, Мьянму. Это частично объясняется эффектом низкой базы и благоприятным расположением по маршрутам покрытия [13].

Кроме того, в стремлении увеличить объем операций, деноминированных в юанях на мировых рынках, Китай заключил соглашения о валютном свопе с 21 государством «Одного пояса, одного пути», с общей суммой непогашенных кредитов от Банка развития Китая и Экспортно-импортного банка Китая, крупнейшего банка в Китае, в страны на сумму 200 млрд. долларов США. Между тем, три государственных банка: Банк Китая, Промышленно-коммерческий банк Китая и Строительный банк Китая планируют профинансировать более 1000 проектов, связанных с проектом «Один пояс, один путь», предоставив более 500 млрд долларов США в виде кредитов и инвестиций в акционерный капитал [14].

Ожидается, что большинство стран «Одного пояса, одного пути» получат выгоду от значительных расходов на инфраструктуру и последующего повышения эффективности. Тем не менее, страны, которые непосредственно не участвуют в программе «Один пояс, один путь», все равно получают выгоду от растущих инвестиций Китая в основной капитал.

На отраслевом уровне значительные инвестиции в инфраструктуру в рамках инициативы «Один пояс, один путь» приведут к побочным эффектам в виде дополнительного спроса на строительные материалы и услуги. В частности, развивающиеся страны в Азии, как ожидается, к 2020 году будут тратить 776 млрд. долларов США в год на финансирование инфраструктурных проектов, создавая спрос более, чем на 580 млн. тонн цемента (основываясь на исторических корреляциях с инвестициями в основной капитал в регионе), что составляет более 25% производства цемента в Китае. Средний объем производства цемента на душу населения составлял 380 кг в Юго-Восточной Азии и 300 кг в Центральной Азии, что меньше среднего мирового показателя в 600 кг и 1800 кг в Китае и подразумевает значительный потенциальный спрос. Проект «Один пояс, один путь» также может повысить спрос на 272 млн тонн стали, отражая ежегодный рост на 5% к 2020 году, поскольку примерно 34 тонны металлопродукции может быть использовано на каждый миллион долларов инвестиций в железные дороги. Ожидается, что это поддержит показатели строительного и производственного секторов региона, стимулируя экономический рост [15].

Таким образом, есть много вопросов об устойчивости китайского «Одного пояса, одного пути» и его экономическом успехе. Весьма неправдоподобно, что китайские банки смогут превзойти своих международных конкурентов с точки зрения

эффективного распределения ресурсов. Сами китайские инвесторы жалуются на невыполненные контракты и высокий уровень коррупции; как и все иностранные инвесторы, они, очевидно, не застрахованы от проблем региона.

Во-первых – отсутствие координации с другими донорами: несмотря на громкие заявления Пекина о многосторонности, финансовые механизмы «Одного пояса, одного пути» плохо интегрированы с механизмами других многосторонних финансовых институтов. Второе – отсутствие прозрачности в процессе предоставления помощи: поскольку Китай не является членом Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), он не обязан соблюдать требования и рекомендации ОЭСР в отношении международной помощи. Кроме того, Китай, как правило, предоставляет иностранным правительствам займы в обмен на право добывать полезные ископаемые, способствуя модели «хищной помощи», которая захватывает иностранные ресурсы и подчиняет страны-партнеры, привязывая их к роли экспортеров сырья. И последнее, но не менее важное: большая часть средств, введенных Китаем в Центральную Азию, никогда не покидает китайскую систему: кредит, предоставленный китайским банком правительству Центральной Азии, реинвестируется в китайскую компанию, которая получила контракт, поставки китайского оборудования и китайской рабочей силы в Центральную Азию для реализации проекта.

Список литературы:

- [1] ИА «Синьхуа»: <http://russian.cri.cn/841/2015/03/24/1s543150.html> (дата обращения: 12.05.2018).
- [2] В январе-марте с.г. внешний товарооборот Китая со странами «пояса и пути» составил 236 млрд. // Агентство Синьхуа: <http://russian.cri.cn/941/2015/04/28/1s546680.html> (дата обращения: 10.05.2018).
- [3] Новый Шёлковый путь: стратегические интересы России и Китая. Интервью с директором Центра по изучению России и Центральной Азии Фуданьского университета, Шанхай. РСМД, 12.2013. URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=2883 (дата обращения: 15.05.2018).
- [4] Дергачев В. Будет ли Евразийский союз частью китайского суперпроекта? URL: http://dergachev.ru/analit/he_Great_Silk_Road/04.html (дата обращения: 13.05.2018).
- [5] Нұрланова Н.К., Қалиева А.Б. Қазақстандағы транзиттік потенциалды дамытудың жаңа мүмкіндігі // ҚазҰУ Хабаршысы. Халықаралық қатынастар және халықаралық құқық сериясы. №2(70).2015.-С.206-211
- [6] Западная Европа – Западный Китай. Международный транзитный коридор. URL: <http://europe-china.kz> (дата обращения: 14.05.2018).
- [7] Стратегия развития АО «НК «ҚТЖ» до 2020 года, 2010 г.
- [8] Государственная программа инфраструктурного развития «Нурлы Жол» на 2015-2019 годы
- [9] Назарбаев Н.А. «Новая экономическая политика «Нурлы Жол» – путь в будущее» [Электронный Ресурс]: Послание Президента Р.К.- г. Астана
- [10] Официальный сайт программы ТРАСЕКА [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.traseca-org.org/ru/strany>.
- [11] Тарасенко П. «В ШОС поддерживают проект Экономический пояс Шелкового пути» /Тарасенко П.//Газета «Коммерсант»–2014.
- [12] Лазарев В.А., Воронов В.И. Трансграничная логистика в Таможенном союзе России, Белоруссии и Казахстана : учебное пособие: Гриф УМО по образованию в области менеджмента для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Менеджмент» – 080200 / Государственный университет управления, Институт управления на транспорте, в индустрии туризма и международного бизнеса ГУУ. – М.: ГУУ. 2013. – 173 с.
- [13] Бектиярова И. Проект Новый Шелковый путь–драйвер глобального транзита /Бектиярова И//Газета «Панорама» г. Астана. – 2013.
- [14] Ватутин С.И. Экономический коридор – Новый Шелковый путь / Ватутин С.И // Журнал «Translogistics-2012.
- [15] Изъюрова Л. Новый Шелковый путь/Изъюрова Л.//Газета «Транспорт России»– 2014.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE STRATEGY OF THE CHINESE PEOPLE'S REPUBLIC AND THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE REVIVAL OF A NEW SILK ROAD

Kegenbekov Zhandos K., *Dean of the Engineering and Economic Sciences Department, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Kazakh-German University (KNU),*
e-mail: kegenbekov@dku.kz

Berdibekova Zhuldyz R., *undergraduate of the Engineering and Economic Sciences Department, Kazakh-German University (KNU),*
e-mail: zhuldyz.berdibekova@gmail.com
111, Pushkin st, Almaty, 050010

Key words: «One Belt, One Road» initiative, transit potential, infrastructure, coverage route.

Abstract. The article presents a systematic analysis of the China's and Kazakhstan's policies towards reviving the Silk Road through the prism of the new initiatives adopted by the two countries recently. At first, the authors scrutinise the China's «One Belt and One Road» initiative adopted by the China's government in 2013. The authors consider that China has already committed 250 billion USD into the development of new factories, rail roads, pipelines, airports etc. along the road in countries in Africa, South-East Asia and Central Asia and is expected to spend 1 trillion USD onto these projects during the next 10 years. Following the depiction of China's approach the author turns to the Kazakhstani's policies aimed at reviving the ancient Silk Road trade. The authors claim that China and Kazakhstan have many commonalities in terms of strategies adopted toward this goal. To substantiate this point, the authors point to the strategy «Nurly Zhol» which was launched by the Kazakh government in response to China's BRI initiative. Due to the Nurly Zhol policy – so the authors - the implementation of China's BRI is expected to progress much faster and more effectively in Kazakhstan than in other Central Asian countries.

Taken together the article provides a solid analysis of the strategies adopted by the governments of China and Kazakhstan respectively. Overall, the article provides a more optimistic view of Chinese and Kazakh strategies towards the Silk Road, leaving the impression that the implementation of the strategy is set to have positive and lasting effect on countries' economies. Although this impression might be correct in a short term perspective, a more nuanced and comprehensive assessment of the challenges associated with the implementation of the strategy in future, the role of international markets, as well as the complex geopolitical situation in wider Eurasia could have benefited the article.

References:

- [1] The Xinhua News Agency: <http://russian.cri.cn/841/2015/03/24/1s543150.html> (Available at: 12.03.2019).
- [2] V yanvare-marte s.g. vneshnij tovarooborot Kitaya so stranami «poyasa i puti» sostavil 236 mlrd. // Agentstvo Sin'hua: <http://russian.cri.cn/941/2015/04/28/1s546680.html> (data obrashcheniya: 10.05.2018).
- [3] Novyj Sholkovyj put': strategicheskie interesy Rossii i Kitaya. Interv'yu s direktorom Centra po izuchenyu Rossii i Central'noj Azii Fudan'skogo universiteta, SHanhaj. RSMD, 12.2013.URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=2883 (data obrashcheniya: 15.05.2018).
- [4] Dergachev V. Budet li Evrazijskij soyuz chast'yu kitajskogo superproekta? URL: http://dergachev.ru/analit/he_Great_Silk_Road/04.html (data obrashcheniya: 13.05.2018).
- [5] Nurlanova N.K., Kalieva A.B. Kazakstandagy tranzittik potencialdy damytudyn zhana mumkyndygy // KazUU Habarshysy.Halykaralyk katynastar zhane halykaralyk kukyk seriyasy. №2(70).2015.-S.206-211
- [6] Zapadnaya Evropa – Zapadnyj Kitaj. Mezhdunarodnyj tranzitnyj koridor. URL: <http://europa-china.kz> (data obrashcheniya: 14.05.2018).

- [7] Strategiya razvitiya AO «NK «KTZH» do 2020 goda, 2010 g.
- [8] Gosudarstvennaya programma infrastruktornogo razvitiya «Nurly ZHol» na 2015-2019 gody
- [9] Nazarbaev N.A. «Novaya ekonomicheskaya politika «Nurly ZHol» – put' v budushchee» [Elektronnyj Resurs]: Poslanie Prezidenta R.K.- Astana
- [10] Oficial'nyj sayt programmy TRASEKA [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.traceca.org/ru/strany>.
- [11] Tarasenko P. «V SHOS podderzhivayut proekt Ekonomicheskij poyas Shelkovogo puti» /Tarasenko P.//Gazeta «Kommersant»–2014.
- [12] Lazarev V.A., Voronov V.I. Transgranichnaya logistika v Tamozhennom soyuze Rossii, Belorussii i Kazahstana : uchebnoe posobie: Grif UMO po obrazovaniyu v oblasti menedzhmenta dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchayushchihsya po napravleniyu «Menedzhment» – 080200 / Gosudarstvennyj universitet upravleniya, Institut upravleniya na transporte, v industrii turizma i mezhdunarodnogo biznesa GUU. – M.: GUU. 2013. – 173 s.
- [13] Bektiyarova I. Proekt Novyj Shelkovyj put'–drajver global'nogo tranzita /Bektiyarova I//Gazeta «Panorama» g. Astana. – 2013.
- [14] Vatutin S. I. Ekonomicheskij koridor-Novyj Shelkovyj put'/Vatutin S.I//ZHurnal «Translogistics-2012.
- [15] Iz'yurova L. Novyj Shelkovyj put'/Iz'yurova L.//Gazeta «Transport Rossii»– 2014.

Статья поступила в редакцию 30.10.2019 г.

УДК 331.108.45

Костров Владимир Николаевич, зав. кафедрой логистики и маркетинга,
д-р эконом. наук, профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,

Мордовченков Николай Васильевич, профессор кафедры логистики
и маркетинга, д-р эконом. наук, профессор, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
e-mail: infra-wm@yandex.ru

Сироткин Артем Александрович, доцент кафедры технологий сервиса
и технологического образования, кандидат экономических наук,
доцент, ФГБОУ ВО «НГПУ им. К. Минина»,
e-mail: arsirotkin@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Нижегородский государственный педагогический
университет им. К. Минина» (ФГБОУ ВО «НГПУ им. К. Минина»)
603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего об-
разования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ
ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Ключевые слова: квалификация, обучение, перевозки, студент, транспортно-экспеди-
ционное обслуживание, экспедитор

*Аннотация: Статья посвящена комплексному (системному) решению проблемы эффек-
тивного управления компетентностью в транспортно-экспедиционной сфере в усло-
виях рыночной экономики. В ходе проведенного научного исследования выполнен экс-
пресс-анализ модели и средства подготовки транспортников-экспедиторов на желез-
нодорожном, автомобильном и водном транспорте, а также отражены существую-
щие подходы к теоретической и практической подготовке будущих экспедиторов. Вме-
сте с тем, авторами статьи выявлены резервы и определены траектории повышения
квалификации (дополнительного образования) экспедиторов в условиях конкурентной
среды и трансформации требований клиентов к качеству и разнообразию транс-
портно-экспедиционных услуг. Кроме этого в статье предлагаются модульные про-
граммы повышения квалификации, являющиеся инновационными профессиональными
продуктами на рынке образовательных услуг (инновационными образовательными про-
дуктами). В заключении статьи сделан соответствующий вывод по теме исследова-
ния.*

Введение

Актуальность данной статьи связана с тем, что в настоящее время компетентность и профессионализм экспедиторов в значительной степени влияют на уровень конкурентоспособности как транспортно-экспедиционных услуг, так и организаций, их оказывающих. При этом для разработки как отдельного образовательного продукта, так и их совокупности следует использовать в качестве основополагающего информационного ресурса отечественную и зарубежную теорию и практику из соответствующий предметной области исследования. Именно это отражает концептуальный подход к формированию и развитию транспортно-экспедиционных компетенций в современных условиях и в перспективе.

Новизна исследования заключается в том, что рассмотрена характеристика

авторского электронного курса, используемого для обучения бакалавров по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Предлагаются две модульные программы повышения квалификации, являющиеся инновационным профессиональным инструментом на рынке образовательных услуг (инновационным образовательным продуктом).

Цель – изучить специфику концептуального подхода к формированию развитию транспортно-экспедиционных компетенций.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– изучить существующие модели и средства обучения студентов – будущих экспедиторов;

– рассмотреть информационный ресурс по существующим курсам (программам) транспортно-экспедиционной тематики, предназначенным для повышения квалификации;

– представить характеристику авторских разработок: обучающего курса по одному из вузовских предметов (в рамках основной профессиональной образовательной программы) и модульных дополнительных профессиональных программ (курсов повышения квалификации).

Теоретическая и методологическая основы заключаются в использовании при написании данной статьи учебной и научной литературы, а также научных методов исследования: анализа зарубежной и отечественной литературы, сравнения, классификации, прогнозирования.

Основная часть

Прежде всего, следует отметить, что современное транспортно-логистическое образование обладает такими специфическими признаками, как: междисциплинарный и многоуровневый (теоретический и прикладной) подход; изучение лучших научных наработок отечественных и зарубежных ученых-транспортников; потребность в регулярном обеспечении научного процесса молодыми кадрами из числа перспективных аспирантов, магистрантов и студентов [1].

В ряде научных источников [2, 3] представлен многолетний опыт международного сотрудничества вузов при подготовке специалистов-транспортников, предложены методика и концепция проведения школ-семинаров для студентов. Вопросы, связанные с профессиональной подготовкой инженеров железнодорожного транспорта, изучаются в диссертационных исследованиях Повесьма Н.В. [4], Третьяковой Л.В. [5] и др.

Вместе с тем, наряду с традиционной подготовкой студента – будущего экспедитора, востребованного на рынке труда [6], осуществляется проведение тренингов, тематических встреч с представителями транспортного бизнеса, студенческая научно-исследовательская работа (включающая в себя изыскательский этап, опубликование студентами научных статей, например, по перевозочному процессу, транспортной инфраструктуре, отраслевым ИТ-технологиям и т.д.), выполнение студентами выпускных квалификационных работ транспортно-экспедиционной тематики, участвующих во всероссийских и международных конкурсах [7].

Следует отметить, что на современном этапе в процессе подготовки экспедитора нового поколения формируется модель дополнительных современных элементов обучения по профилю (модулю или дисциплине) «Транспортно-экспедиционное обслуживание» (рис. 2).

Как видно из рисунка 1, актуальные бизнес-идеи, генерируемые студентами, сочетаются с оригинальными научными решениями. Например, научно-технический кружок проводит фундаментальные и прикладные исследования в области формирования, использования и совершенствования кадрового потенциала и инновационных отраслевых технологий [1].



Рис. 1. Система дополнительных современных элементов обучения экспедиторов

Дополнительные современные элементы обучения также направлены на повышение качества подготовки специалистов путем овладения студентами передовыми научно-практическими средствами решения реальных профессиональных задач. Представленные элементы, с одной стороны, носят факультативный характер, с другой – повышают научный и образовательный уровень студентов, принимающих в них участие.

Современный образовательный процесс немыслим без использования передовых инновационных технологий в обучении, адаптированных под конкретный контингент слушателей. Авторы статьи солидарны с тем, что к современным обучающим элементам относятся учебные тренажеры [8].

Вместе с тем, востребованными средствами обучения на этапе расширенного воспроизводства в условиях цифровизации научно-образовательной деятельности являются передовые технологии дистанционного обучения, в частности, системы эффективного управления обучением (LMS – Learning Management System), одной из конкурентоспособных модификацией которой является Moodle – система дистанционного обучения, которая работает с помощью сети Интернет. Здесь имеется, например, такой опыт:

– в Московском государственном гуманитарном университете им. М.А. Шолохова спроектирован дистанционный курс подготовки экспедиторов в системе Moodle, который дополнен интерактивным практикумом, реализуемым с использованием передовых компьютерных технологий [9, с. 54–55];

– одним из авторов статьи разработан (с использованием LMS Moodle) и используется зарегистрированный электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Единая транспортная сеть». Рассматриваемый ЭУМК: предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профилю подготовки «Организация перевозок на транспорте»; призван обеспечить эффективное взаимодействие студента с предлагаемым преподавателем учебным материалом, позволяя обучающемуся работать как самостоятельно, так и под руководством преподавателя в аудитории; имеет целью приобретение студентами знаний и формирование навыков, необходимых для эффективного и долгосрочного функционирования единой транспортной сети в условиях рыночной экономики. К задачам ЭУМК «Единая транспортная сеть» относятся: помощь студентам в изучении понятийного аппарата и научных основ транспортной сети, а также освоении методик решения профессиональных задач в области транспортной сети; передача студентам информации о формах взаимодействия видов транспорта, смешанных перевозках и транспортных узлах; контроль у студентов знаний и навыков в рамках изучаемой дисциплины. В ЭУМК «Единая транспортная сеть» представлены лекции, практические занятия и самостоятельные работы, учебно-методические, информационно-справочные, дополнительные и

аттестационные материалы. После изучения каждой лекции в соответствующем разделе ЭУМК «Единая транспортная сеть» обучающийся отвечает на вопросы для контроля уровня освоения теоретического материала. Затем предусмотрено выполнение студентом практического занятия, содержащего методику и пример решения отраслевой задачи. Следующим этапом в разделе данного ЭУМК является выполнение студентом самостоятельных работ: задач и рубежных тестов [10].

По нашему мнению, подготовка современного высококвалифицированного работника транспортно-экспедиционной сферы в условиях рыночной экономики, в целом, представляет собой комплекс взаимосвязанных укрупненных компонентов, отражающих профессионально-отраслевую специфику деятельности данного специалиста (рис. 2).



Рис. 2. Систематизация содержания в подготовке конкурентоспособного экспедитора (разработано на основании [11,12, 13, 14])

Вместе с тем, в формировании квалификации экспедиторов актуальными аспектами являются государственные и корпоративные профессиональные стандарты, эффективные инновационные технологии и решения для профессиональной подготовки соответствующих специалистов, с целью повышения их конкурентоспособности в условиях рыночной экономики.

Одним из авторов статьи разработана графическая модель подготовки экспедиторов в условиях глобализации и государственного регулирования рынка транспортных услуг (рис. 3).

Другим способом развития образовательного потенциала в транспортно-экспедиционном обслуживании является повышение квалификации экспедиторов.

При этом приоритетными направлениями являются: временные интервалы между повышениями квалификации международных экспедиторов, а также документы, формально подтверждающие высокую квалификацию экспедиторов-специалистов и профессионализм самих преподавателей. Например, Стенли Лим, советник (с октября 2013 по октябрь 2015 года) президента Международной федерации экспедиторских ассоциаций (FIATA), считает, что повышать квалификацию международных экспедиторов лучше исходя из конкретных потребностей, специалист-экспедитор должен повышать свою квалификацию постоянно – на протяжении всей своей профессиональной карьеры.

Для подготовки и повышения квалификации экспедиторов в сфере воздушных грузовых перевозок предусматриваются учебные курсы двухуровневой подготовки

«Организация и продажа грузовых и почтовых перевозок воздушным транспортом» [15, 16].



Рис. 3. Структурная схема реализации комплексной программы подготовки экспедиторов

Вместе с тем, как показал опыт Центра повышения квалификации Ассоциации российских экспедиторов в разработке дополнительной профессиональной программы (программы по повышению квалификации), в качестве изучаемых вопросов по транспортно-экспедиционному обслуживанию на автомобильном транспорте выделяют следующие: требования к международным автоперевозчикам; международные конвенции, регулирующие коммерческие вопросы грузовых автомобильных перевозок; специфика экспедиторской работы в процессе осуществления автомобильных грузовых перевозок.

В свою очередь, на железнодорожном транспорте также проводится дополнительное профессиональное обучение (повышение квалификации) экспедиторского персонала.

Кроме этого, одним из авторов статьи была разработан курс повышения квалификации «Системный подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию на железнодорожном транспорте», утвержденная в одном из транспортных вузов. Данный курс ориентирован на менеджеров транспортных служб; транспортных экспедиторов железнодорожных грузовых станций и терминалов; товарных кассиров; специалистов по грузовой и коммерческой работе; работников системы фирменного транспортного обслуживания; специалистов по транспортному маркетингу (изучению рынка транспортных услуг). Содержание курса является актуальным и охватывает изучение организации и технологий транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте, современных транспортно-экспедиционных услуг на железнодорожном транспорте, актуальных решений, направленных на развитие транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте, перспективных компонентов развития транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте.

Вместе с тем, следует отметить такой инновационный компонент повышения квалификации экспедиторов как модульная дополнительная профессиональная программа

«Мультимодальный транспортный сервис», разработанная одним из авторов статьи. Эта дополнительная профессиональная программа апробирована (с использованием информационных технологий): по ней успешно обучилось несколько групп слушателей. Данная программа включает следующие модули:

- Модуль 1. Развитие мультимодальных транспортных технологий;
- Модуль 2. Системы смешанных перевозок;
- Модуль 3. Региональные и глобальные особенности мультимодальных перевозок;
- Модель 4. Экономика мультимодальных перевозок.

Миссией освоения этой инновационной программы является формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в процессе функционирования современных конкурентоспособных мультимодальных транспортных систем и технологий в условиях цифровой логистики и цифровизации на транспорте. К задачам авторского курса (программы) соответственно относятся: информирование об основных категориях и экономической характеристике мультимодальных перевозок, региональных и глобальных транспортно-технологических особенностях мультимодального транспортного сервиса; рассмотрение инструментария анализа и оптимизации мультимодального транспортного сервиса; изучение технологии моделирования транспортных коридоров; формирование умения делать обоснованный выбор подвижного состава для мультимодального транспортного сервиса и рассчитывать тарифную составляющую мультимодальной перевозки. Процесс изучения данного курса повышения квалификации направлен на формирование и развитие способности организовывать эффективное взаимодействие видов транспорта, предлагать рациональные маршруты мультимодальных перевозок, определять транспортные коридоры, соответствующие маршруту в рамках мультимодальной цепи поставок; определять целесообразное для использования количество транспортных средств по конкретным видам транспорта.

Выводы

Таким образом, по нашему мнению, комплексное использование рассмотренных в статье образовательных инноваций создает реальные возможности для качественного формирования специальных компетенций по профессиональной работе экспедиторов. При этом такие компетенции являются воспроизводственным IQ на этапе разработки и реализации целевой комплексной программы развития транспортного комплекса и экономики транспорта. Из вышеизложенного также следует, что изучение транспортных дисциплин может и должно осуществляться с применением электронных средств обучения. Это не только положительно влияет на качество образовательной деятельности, но и на перспективную конкурентоспособность студентов на рынке труда.

Список литературы:

- [1] Колесников В.И. Задачи транспортной науки // Транспорт Российской Федерации. – 2005. – № 1. – С. 6–8.
- [2] Зырянов В.В., Герлах Ю., Дюерфель М. Международное сотрудничество при подготовке кадров // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – №3.
- [3] Pimonenko M. Experience of high and vocational education cooperation for training of middle-level specialists in logistics // Russian Journal of Logistics & Transport Management. 2016. № 2 (3). P. 12–22.
- [4] Повесьма Н.В. Развитие социальной компетентности будущих специалистов железнодорожного транспорта в вузе :дисс ... к.п.н.; [Место защиты: Юж.-Ур.гос. ун-т]. – Челябинск, 2011. – 211 с.
- [5] Третьякова Л.В.. Методическая система подготовки инженеров железнодорожного транспорта средствами информационно-коммуникационных технологий (На примере курса «Информационное обеспечение управления эксплуатационной работы железных дорог») : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 Н. Новгород, 2005. 173 с.
- [6] Panova Yu., Shishkina E. Requirements of the modern labor market to the education of logisticians // Russian Journal of Logistics & Transport Management. 2015. № 2 (2). P. 31–41.

- [7] Nikitina N., Avtionova N., Danilova M., Romanova E. Theoretical and methodical foundations for the process of forming professional logistics competences of Spa managers at the higher educational institution // International Electronic Journal of Mathematics Education. 2016. Vol. 9. P. 3313-3328.
- [8] Костров В.Н., Коршунов Д.А., Белов Ю.Д. Тренажерные комплексы как инструментальная база подготовки специалистов по транспортной логистике (опыт кафедры логистики и маркетинга Волжского государственного университета водного транспорта) / В сборнике: Логистика: современные тенденции развития материалы XVI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 210–214.
- [9] Абдулгалимов Г.Л., Иванова М.А. Дистанционный курс по переподготовке кадров в транспортно-логистической сфере // Среднее профессиональное образование. – 2016. – №1.
- [10] Сироткин А.А. Электронный учебно-методический комплекс «Единая транспортная сеть» как пример электронного средства обучения в составе информационно-образовательной среды вуза / В сборнике: Тенденции и перспективы государственного управления социально-экономическим развитием регионов и территорий Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 450-454.
- [11] Khusnutdinova E., Khamidullina G., Pavlov P., Aukhadayev A., Litvinenko R., Khusnutdinov A. Training transport specialists based on a contemporary view of self-organization of sophisticated developing systems / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. P. 012047.
- [12] Tarasov D.E. Training in decision-making and case methods as necessary leaving at training of specialists in the field of logistics / Логистика: современные тенденции развития: Материалы XVI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 303-305.
- [13] Education in logistics and training of non-logistic personnel // Military Technical Courier. 59(1):5-26, January 2011.
- [14] Logistics Competencies, Skills, and Training. A Global overview / Alan McKinnon, Christoph Fluthmann, Kai Hoberg, and Christina Busch, 2017, 111 p.
- [15] Организация и технология грузовых и почтовых перевозок воздушным транспортом (программа первоначальной подготовки) НПАЦ «Экономика и передовые технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.npac.ru/ru/center/regional_courses/2014/course/551/
- [16] Организация и технология грузовых и почтовых перевозок воздушным транспортом (программа повышения квалификации) / АНО ДПО «АЦ «Экономика и передовые технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.npac.ru/ru/center/regional_courses/2014/course/552/

CONCEPTUAL APPROACH TO FORWARDING COMPETENCES FORMATION AND DEVELOPMENT

Kostrov Vladimir N., Head of the Department of Logistics and Marketing,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Volga State University of Water Transport
Mordovchenkov Nikolai V., Professor of the Department of Logistics and Marketing,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Volga State University of Water Transport
Sirotkin Artem A., Associate Professor of the Department of Technologies of Service
and Technological Education, Candidate of Economic Sciences, Docent,
Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University,
1, Ulyanov st, Nizhny Novgorod, 603950
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov St, Nizhny Novgorod, 603951

Keywords: *qualification, training, transportations, student, forwarding service, forwarding agent*

Annotation: *The article is devoted to the complex (systematic) solution of the problem concerning forwarding sphere competence management in the conditions of market economy. During the conducted scientific research the express analysis of model and means of railway, automobile and water transport forwarding agents training is done and also the existing approaches to theoretical and practical future forwarding agents training are reflected. At the same time, the authors of the article have revealed reserves and trajectories of forwarding agents professional development (additional education) in the conditions of the competitive*

environment and clients requirements to quality and variety of forwarding services transformation are defined. Besides in the article the modular programs of professional development which are innovative professional products in education market (innovative educational products) are offered. At the end of the articles the relevant conclusions have been made.

References:

- [1] Kolesnikov V.I. Transport Science//Transport of the Russian Federation. - 2005. - № 1. - С.6-8.
- [2] Zyranov V.V., Gerlach Yu., Doerfel M. International cooperation in training//Transport of the Russian Federation. - 2013. - № 3.
- [3] Pimonenko M. Experience of high and vocational education cooperation for training of middle-level specialists in logistics // Russian Journal of Logistics & Transport Management. 2016. № 2 (3). P. 12-22.
- [4] Vishma N.V. Development of social competence of future specialists of railway transport in the university... j. item of N; [Place of protection: Yuzh.-Ur.Gos. Un-t]. - Chelyabinsk, 2011. - 211 p.
- [5] Tretyakova L.V. Methodological system of training of railway transport engineers by means of information and communication technologies (On the example of the course «Information support of railway operation management»): data... edging. пед. Sciences: 13.00.02 N. Novgorod, 2005. 173 p.
- [6] Panova Yu., Shishkina E. Requirements of the modern labor market to the education of logisticians // Russian Journal of Logistics & Transport Management. 2015. № 2 (2). P. 31-41.
- [7] Nikitina N., Avtionova N., Danilova M., Romanova E. Theoretical and methodical foundations for the process of forming professional logistics competences of Spa managers at the higher educational institution // International Electronic Journal of Mathematics Education. 2016. Vol. 9. P. 3313-3328.
- [8] Kostrov V.N., Korshunov D.A., Belov Y.D. Training complexes as an instrumental base of training of specialists in transport logistics (experience of the Department of Logistics and Marketing of the Volga State University of Water Transport)/In the collection: Logistics: modern trends of development materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. 2017. Page 210-214.
- [9] Abdulgaliyev G.L., Ivanov M.A. Distance training course in transport and logistics//Secondary vocational education. - 2016. - № 1.
- [10] Sirotkin A.A. Electronic Educational and Methodical Complex «Unified Transport Network» as an example of electronic means of education as part of the information and educational environment of the university/In the collection: Trends and Prospects of State Management of Social and Economic Development of Regions and Territories Materials of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference. 2018. Page 450-454.
- [11] Khusnutdinova E., Khamidullina G., Pavlov P., Aukhadayev A., Litvinenko R., Khusnutdinov A. Training transport specialists based on a contemporary view of self-organization of sophisticated developing systems / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. P. 012047.
- [12] Tarasov D.E. Training in decision-making and case methods as necessary leaving at training of specialists in the field of logistics /Logistics: Current trends in development: Materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. 2017. Page 303-305.
- [13] Education in logistics and training of non-logistic personnel // Military Technical Courier. 59(1):5-26, January 2011.
- [14] Logistics Competencies, Skills, and Training. A Global overview / Alan McKinnon, Christoph Fluthmann, Kai Hoberg, and Christina Busch, 2017, 111 p.
- [15] Organization and technology of freight and post transportation by air transport (program of initial preparation) of NPATs «Economy and Advanced Technologies» [Electronic resource]. - Access mode: http://www.npac.ru/ru/center/regional_courses/2014/course/551/
- [16] Organization and technology of freight and post transportation by air transport (program of professional development) / ANO DPO of «ATs «Economy and Advanced Technologies»» [Electronic resource]. - Access mode: http://www.npac.ru/ru/center/regional_courses/2014/course/552/

Статья поступила в редакцию 04.10.2019 г.

УДК656.01

Минеев Валерий Иванович, советник при ректорате,
профессор, д.э.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

e-mail: mineev51@yandex.ru

Серeda Алексей Васильевич, аспирант кафедры экономики и менеджмента
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

e-mail: alekseyamurlm@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
630951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ ПАССАЖИРОПОТОКОВ

Ключевые слова: *транспортная подвижность населения, пассажиропоток, метод, методология, синергетика, потребность, мотивация.*

Аннотация. Пассажирский транспорт в жизнеобеспечении общества имеет существенное социально-экономическое значение и оказывает влияние на развитие административно-территориальных образований и государства в целом. Динамика транспортного рынка в сфере услуг пассажирских перевозок направлена на полное удовлетворение населения в пассажирских перевозках. В то же время, конкуренция на рынке пассажирских перевозок требует не только совершенствования подвижного состава, но и соответствующих методов обследования пассажиропотока, отражающих его действительную величину. Существующие методы обследования пассажиропотока не соответствуют критериям системного подхода, в основе которого лежит техническое обеспечение подвижного состава с привлечением человеческого ресурса. Предлагаемый метод обоснования пассажиропотоков учитывает условия деятельности общества и способы удовлетворения потребностей. Использование нового научного метода исследования XX века – синергетики, обеспечит разработку новых методов по определению численной величины пассажиропотока, а новый взгляд в методологии исследования пассажирских перевозок даст экономическое обоснование пассажирского транспортного комплекса.

Россия обладает самой большой территорией из всех существующих стран мира. Площадь территории равна 17,125 млн. км². Если привести в пример территории крупнейших экономически развитых стран, то Россия превосходит по площади территории США и Китая в 1,8 раза, Индии – в 5 раз. Границы России омываются 13 морями, а протяженность береговой линии составляет 38,5 тыс. км. Общая протяженность внутренних водных путей – 102,7 тыс. км, а созданная единая глубоководная система, связывающая 5 морей (Балтийское, Каспийское, Белое, Азовское и Черное), имеет общую протяженность 6,5 тыс. км. Общая сеть железных дорог России – 86,15 тыс. км, из них 50% электрифицированы. Плотность дорог составила 45 км на 1 тыс. км², средняя плотность по регионам – около 4,0 км на 1 тыс. км² [1,2]. Данные особенности географического положения России, размеры автономных территориальных образований и имеющаяся протяженность транспортных путей требуют наличия транспортного комплекса.

В современных условиях жизнедеятельность человека не представляется возможной без разнообразия видов транспорта при исключительном территориальном масштабе страны. Специфика различных видов подвижного состава связана с различными отраслями экономики и соответствующими условиями доставки грузов и населения [3]. Безопасность, равномерность, уровень комфорта и сокращение времени в пути при минимальных затратах обеспечиваются наличием транспортных связей в условиях устойчивого развития экономики [4]. Оперативное перемещение грузов и пассажиров

отражается на развитии экономики в целом и ее отраслей. Транспорт – это показатель уровня благосостояния страны и важный стратегический комплекс, обеспечивающий потребность населения в перевозке грузов и пассажиров.

Создавая гарантии надежного функционирования различных сфер экономики и удовлетворяя нужды населения, транспорт оказывает воздействие на формирование запасов продукции, их циркуляцию и потребление, что соответствует требованиям базовых функций экономики. Одной из этих функций является фундаментальная составляющая – методология. Вследствие изучения методов в процессе творческой деятельности опора на науку становится базой эффективного развития экономики и транспорта.

Большое значение научного знания транспорта заключается не только в техническом совершенствовании подвижного состава, но и в методах исследования *транспортной подвижности населения*. Транспортная подвижность населения – количество поездок, совершаемых на транспорте в год на одного жителя. Этот показатель определяет потребность транспортного обслуживания населения в сложившихся условиях жизнедеятельности и свободного развития общества в целом и определяется как отношение количества перевезенных пассажиров за год к численности населения (района, города, и т.п.).

$$P_{\text{тр}} = \frac{Q}{N}; \quad (1)$$

где: Q – количество перевезенных пассажиров за год;
 N – численность населения (района, города, и т.п.).

Организация транспортной системы в совокупности с социальным и культурным состоянием городов оказывают первостепенное влияние на транспортную подвижность населения. В разряд этих факторов следует отнести: социально-экономические, территориальные, природно-климатические.

Социально-экономические факторы представляют собой сложноорганизованную систему с социальным и культурным уровнем развития городов, в основе которой лежит качество жизни. Качество жизни характеризуется не только удовлетворением потребностей. основообразующими являются также общественные ценности, содержание которых зависят от вида деятельности субъекта. Поэтому преобладающее значение для развития транспортной системы имеет платежеспособность населения, которая зависит, в первую очередь, от благосостояния территориального субъекта [5].

К *территориальным факторам* относится исторически сложившаяся транспортная архитектура городов и прилегающих территорий. Высокий темп рыночных отношений в структуре розничной торговли, бизнеса, производственной логистики придает особое значение развитию автомобильного транспорта. Как наиболее массовый вид транспорта, он сильно закрепился в самостоятельной сфере использования. Например, темпы роста числа легковых автомобилей превышают в 3–3,5 раза темпы строительства городских дорог. Перепланировка растущих городов и тенденция увеличения территорий плановой застройкой не должны идти быстрее развития транспортной инфраструктуры. Ввиду этого урбанизация административно-территориальных образований требует комбинированного сочетания различных видов общественного транспорта, которое повысит конкурентное преимущество к автомобильным транспортным средствам индивидуального пользования [6–8].

Природно-климатические факторы оказывают существенное влияние на транспортное хозяйство. Обширная территория России имеет феноменальную особенность – огромный разброс климатических условий. Этому феномену способствует наличие трех климатических поясов: арктического, субарктического и умеренного.

Таким образом, если показатель транспортной подвижности населения дает общее представление об особенностях формирования и обслуживания транспортной системой, то расчетной единицей, характеризующей величину и направления пассажирских

перевозок, меняющихся в пространстве и времени, является *пассажиропоток*. Пассажиропоток – процесс коллективного или индивидуального перемещения на транспорте, выраженный в численной величине, за единицу времени в одном направлении. Образование пассажиропотока происходит под воздействием внутренних и внешних факторов, определяющих деятельность человека в социально-экономических субъектах.

Рассмотрим существующие методы исследования пассажиропотока, которые классифицируются по своим признакам.

Временной признак (длительность периода) состоит из двух видов обследования: систематического и единовременного. Систематические обследования проводятся регулярно в течение установленного жизненного цикла работы транспортных средств на маршруте, а единовременные только в рамках определенных мероприятий для достижения конкретной цели.

Пространственный признак (охват транспортной сети), как и предыдущем случае, состоит из двух видов: полного и частичного. Полное обследование проводится по всей транспортной сети объекта обслуживания, а частичное дает представление только на отдельных его участках.

Имеет место и *способ проведения обследований*, который включает в себя соответствующие методы: анкетирование, статистический отчет, натурность и автоматизацию.

Анкетный метод охватывает транспортную сеть по всей ее протяженности и устанавливает потребность населения в перемещении независимо от сложившихся маршрутов. Эффект данного метода наблюдается в случае тщательно продуманных вопросов и состава анкет. Недостатками являются большая трудоемкость по сбору информации и обработки анкет.

Отчетно-статистический метод опирается на данные билетно-учетных листов и количество проданных билетов на момент пользования транспортом. Данный метод устанавливает только загруженность подвижного состава и не имеет возможности оценки распределения пассажиропотока на маршруте.

Натурный метод подразумевает получение информации о пассажиропотоке по факту, путем непосредственного взаимодействия с пассажирами. Данный метод имеет некоторое сходство с анкетным методом, это обусловлено привлечением трудовых ресурсов и наличием материальных средств учета информации. Данный метод имеет деление на соответствующие группы (методы): талонный, табличный, визуальный, силуэтный и опросный.

Талонный метод проводится путем раздачи талонов пассажирам, вошедшим на остановочном пункте, при этом делается предварительная отметка, а на выходе талоны собирают, отмечая соответствующей меткой.

Табличный метод, как и предшествующий, производится аналогичным образом за исключением сбора информации, которую заносят в таблицы сами учетчики, таким образом, не отвлекая пассажиров, самостоятельно ведут подсчет на каждом остановочном пункте.

Визуальный метод необходим в случае сильной интенсивности пассажиропотока, т.е. большого количества вошедших и сошедших пассажиров на остановочных пунктах. В этом случае учетчики визуально определяют наполнение транспортных средств и оценивают по условной балльной системе.

Силуэтный метод практически является непосредственным аналогом визуального.

Опросный метод предполагает опрос пассажиров, находящихся в транспортном средстве, о крайних точках их маршрута и характере поездки.

Особое внимание в последнее время уделяется разработке *автоматизированных методов*, которые обеспечивают получение информации без участия людей. Содержание этого метода также предполагает наличие четырех групп (методов): контактного, неконтактного, косвенного и комбинированного.

Контактный метод позволяет формировать данные о пассажиропотоке путем непосредственного воздействия человека на технические устройства.

Неконтактный метод заключается в использовании фотоэлектрических приборов, установленных в дверных проемах подвижного состава.

Косвенный метод учета предполагает использование специальных устройств на подвижном составе, которые позволяют определять общую массу пассажиров, а дальнейшая оценка производится путем деления на среднестатистический вес одного человека.

Комбинированный метод, как и контактный, ведет учет пассажиров аналогичным образом посредством расположения устройств на входе транспортного средства. Исключительной особенностью является дополнительное цифровое устройство, регистрирующее время, остановочные пункты и пройденный путь по маршруту.

Методы обследования пассажиропотока имеют морально-техническое устаревание, они не применимы в качестве ключевых аспектов по решению задач государственного курса цифровой трансформации транспортного комплекса [9].

Следует отметить, что содержание опорных методов основано на конкретной ситуации перевозок – статистики за определенный период. В некоторых случаях введение нового маршрута социальных перевозок и вовсе полагаются на ассоциативные параллели к другим видам транспортной системы путем «зеркального копирования» потенциального пассажиропотока. В качестве примера можно привести способ обоснования транспортных средств на новых маршрутах (в том числе и разных видов транспорта), который определяется на основании расписания движения, интервала движения, маршрута и времени работы конкурирующего подвижного состава. Предлагаемые модели содержат характер субъективной оценки, не предоставляя доказательств экономической и социальной значимости. Кроме того, существующие подходы относятся к категориям частного случая, а характеристики их выборки не соответствуют характеристикам другой системы или генеральной совокупности в целом.

Характерная особенность вышеизложенных обследований пассажиропотока определяется только рамками сферы транспорта при непосредственном наличии подвижного состава [10–12]. Убрав устаревшие стереотипы границ обследования, необходимо обратить внимание на деятельность общества и способы удовлетворения потребностей, в основе которых лежит мотивация. Потребность – это внутреннее состояние организма или личности в ощущении какой-либо недостаточности. В то же время, совокупность потребностей личности под воздействием внутренних и внешних факторов, определяющих деятельность человека или общества в целом – создает мотивацию [13]. Потребность и мотивация в разрезе пассажирского транспорта, это «движущее ядро» пассажиропотока. Ключевые аспекты физиологической и психологической составляющей общества, а также его анализ в классификации определенных нужд, приведут к определению методов исследования пассажиропотока.

Особенности исследования общества с позиции социально-психологической структуры личности предполагают масштабное применение методик по определению пассажиропотока. Точная установка параметров выборки позволит корректно отражать генеральную совокупность, тем самым методики будут являться репрезентативными. Генеральная совокупность представляет собой обилие объектов, по отношению к которым проводится исследование. Репрезентативность – это соответствие характеристик выборки характеристикам генеральной совокупности в целом, т.е. возможность обобщения результатов исследования. Резюмируя вышеизложенное, можно добавить, что возможности методик по определению пассажиропотока будут находиться не только в рамках определенного (рассматриваемого) субъекта (города, района), а применимы к масштабам любых территориальных образований.

Основу методологии экономического обоснования пассажирского транспортного комплекса составляют такие науки как:

– По объекту исследования – *общественных (социальных) наук*, определяющих ответственные характеристики выборки генеральной совокупности.

– По предмету исследования – *технических наук*, формирование инженерно-технических компетенций в транспортной отрасли, усовершенствует подвижной состав пассажирского транспортного комплекса.

– По методу исследования – *гуманитарных наук*, строение систем мотивации социального поведения и зависимость в сфере потребления, определяют необходимые методы.

– По способу описания – *точных наук*, ведущим звеном которых является математика, определяя численно-количественные отношения способна описывать модель научного исследования посредством математических функций.

С появлением во второй половине XX века нового научного метода – синергетики, в сфере научного знания к нему появился повышенный интерес. Вызвано это тем, что наука столкнулась со сложноорганизованными системами высокого уровня организации, а традиционные подходы диалектического взгляда в исследованиях позволяли установить закономерные связи только простых (линейных) систем [14]. Таким образом, принципиальным решением по надежному развитию и функционированию пассажирского транспорта как единого «социального организма», является *синергетический подход*. Синергетический подход – это методологический вектор в теоретической и практической деятельности, предполагающий наличие принципов и методов исследования нелинейных сложноорганизованных систем с дальнейшей возможностью их управления. Сложная траектория развития в концепции пассажирских перевозок позволяет сопряженным наукам вносить свой вклад в общее методологическое содержание, а их взаимодействие между собой синтезирует необходимый результат. На рисунке 1 показана структурная схема методологии экономического обоснования пассажирского транспортного комплекса.



Рис. 1. Структурная схема методологии экономического обоснования пассажирского транспортного комплекса

Одним из приоритетных направлений является организация мультимодальных пассажирских перевозок. Планируемый результат взятого курса, в ходе выполнения соответствующих программ, представляет собой ликвидацию границ между разными видами транспорта, а пассажиры получают возможность выбора оптимального маршрута в любых комбинациях подвижного состава. Новый взгляд в методологии исследования пассажирских перевозок создаст платформу для разработки методик по определению пассажиропотока. Таким образом, синергетический подход позволит дать достоверное и точное обоснование необходимости определенного вида пассажирского транспорта еще до момента создания подвижного состава.

Список литературы:

- [1] Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральные целевые программы. Развитие транспортной системы России (2010–2020 гг.). Электронный режим доступа: <https://mintrans.ru/>
- [2] Троицкая Н.А., Чубуков А.Б. Единая транспортная система. / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков. – 12-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 288 с.
- [3] Правдин Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев; под ред. Н.В. Правдина. – М.: Транспорт, 1999. – 208 с.
- [4] Drljača, M. Quality factors of transport process / M. Drljača, V. Sesar // *Transportation Research Procedia*, Volume 40, 2019, P. 1030–1036.
- [5] Saighani, A. Method for an economical assessment of urban transport systems / A. Saighani, C. Sommer // *Transportation Research Procedia*, Volume 37, 2019, P. 282–289.
- [6] Melia, S. Is the urbanisation of young adults reducing their driving / S. Melia, K. Chatterjee, G. Stokes // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 118, 2018, P. 444–456.
- [7] Mounce, R. On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems / R. Mounce, J. Nelson // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 120, 2019, P. 17–30.
- [8] Куликов Ю.И. Автомобильный транспорт в транспортной системе России / Ю.И. Куликов. – Хабаровск.: ТОГУ, 2007.
- [9] Правительство России. «О цифровой трансформации транспортного комплекса». 23.11.2018 г. Электронный режим доступа: <https://m.government.ru/news/34821/>.
- [10] Bonnel, P. Transport survey methods - in the era of big data facing new and old challenges / P. Bonnel, M. Munizaga // *Transportation Research Procedia*, Volume 32, 2018, P. 1-15.
- [11] Wang, H. Early warning of burst passenger flow in public transportation system / H. Wang, L. Li, Y. Pan, Y. Wang, Y. Jin // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 105, 2019, P. 580-598.
- [12] Cieplińska, J. The Role of Transport Organisers in the Integration of Passengers and Goods Flows Within Urban Areas / J.R. Cieplińska // *Transportation Research Procedia*, Volume 39, 2019, P. 453–461.
- [13] Макогон И.К. Психология. Краткий курс – Москва: Проспект, 2015. – 112с.
- [14] Золотухин В.Е. История и философия науки. – 3-е изд., доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 75с.

SYNERGETIC APPROACH IN THE ECONOMIC JUSTIFICATION OF PASSENGER TRAFFIC FLOW

*Mineev Valery I., Doctor of Economics, Professor, Advisor to the rector,
Volga State University of Water Transport,*

*Sereda Alexey V., postgraduate student, Volga State University of Water Transport,
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951*

Key words: transport mobility of the population, passenger traffic flow, methodology, method, synergy, need, motivation.

Annotation. Passenger transport in the life support of society has a significant socio-economic importance that has an impact on the development of administrative-territorial entities and the state as a whole. The dynamics of the transport market in the sphere of passenger transportation services has a vector of the transport system, which is aimed at full satisfaction of the population in passenger transportation. At the same time, competition in the passenger transportation market requires not only the improvement of rolling stock, but also the appropriate methods of passenger traffic survey, reflecting the actual value of passenger traffic. Existing methods of passenger traffic survey do not meet the criteria for a systematic approach. The use of a new scientific method of research of the XX century – synergetics, will ensure the development of new methods for determining the numerical value of passenger traffic, and a new look in the methodology of passenger traffic research will give economic justification of the passenger transport complex.

Existing methods for passenger flow do not meet the criteria for a systematic approach, which is based on the technical support of rolling stock with the involvement of human resources. The proposed method of passenger traffic flows justification takes into account operational environment of the society and ways to meet needs.

References

- [1] Ministry of Transport of the Russian Federation. Federal Target Programs. The development of the transport system of Russia (2010-2020). Electronic access mode: <https://mintrans.ru/>.
- [2] Troiczakaya, N. Unified transport system / N. Troiczakaya, A. Chubukov // «Academy» Publishing Center, 2018, Volume 288.
- [3] Pravdin, N. The interaction of various modes of transport / N.Pravdin, V. Negrey, V. Podkopaev // Transport, 1999, Volume 208.
- [4] Drljača, M. Quality factors of transport process / M. Drljača, V. Sesar // Transportation Research Procedia, Volume 40, 2019, P. 1030-1036.
- [5] Saighani, A. Method for an economical assessment of urban transport systems / A. Saighani, C. Sommer // Transportation Research Procedia, Volume 37, 2019, P. 282-289.
- [6] Melia, S. Is the urbanisation of young adults reducing their driving / S. Melia, K. Chatterjee, G. Stokes // Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 118, 2018, P. 444-456.
- [7] Mounce, R. On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems / R. Mounce, J. Nelson // Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 120, 2019, P. 17-30.
- [8] Kulikov, Yu. Road transport in the transport system of Russia // Pacific National University, Volume 246, 2007.
- [9] The government of Russia. «On the digital transformation of the transport complex». 2018. Electronic access mode: <https://m.government.ru/news/34821/>.
- [10] Bonnel, P. Transport survey methods - in the era of big data facing new and old challenges / P. Bonnel, M. Munizaga // Transportation Research Procedia, Volume 32, 2018, P. 1-15.
- [11] Wang, H. Early warning of burst passenger flow in public transportation system / H. Wang, L. Li, Y. Pan, Y. Wang, Y. Jin // Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 105, 2019, P. 580-598.
- [12] Cieplińska, J. The Role of Transport Organisers in the Integration of Passengers and Goods Flows Within Urban Areas / J. R. Cieplińska // Transportation Research Procedia, Volume 39, 2019, P. 453-461.
- [13] Makogon, I. Psychology. Short course // Prospectus, 2015, Volume 112.
- [14] Zolotukhin V. History and philosophy of science // «Phoenix» Publishing House, 2014, Volume 75.

Статья поступила в редакцию 04.10.2019 г.

УДК 658.14/17

Мосинцев Алексей Васильевич, кандидат экономических наук, преподаватель кафедры экономики и менеджмента ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
e-mail: mosintsev33@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ИМУЩЕСТВА В АРЕНДУ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ключевые слова: доходы, оптимизация, аренда, оценка, рыночная стоимость, мотивационный фонд, собственник имущества, оформление договоров

Аннотация. Данная работа посвящена решению проблемы снижения расходов компании на содержание неиспользуемых объектов, а также повышения доходов путём оптимизации процедур по передаче имущества в аренду. Целью работы является определение направлений работы предприятия при оформлении договоров с арендаторами объектов. На сегодняшний день передача имущества в аренду на основании подписанного договора осуществляется после проведения оценки рыночной стоимости и организации конкурсных процедур и может занимать (по ряду объектов) до 53 дней. В работе предложено отработать вопрос использования механизма почасовой аренды, методики расчёта арендной платы. Необходимо создание мотивационного фонда при передаче активов в аренду. Реализация данных предложений на Горьковской железной дороге позволила получить за последние пять лет доходы от аренды имущества на сумму 592,0 млн. рублей.

В настоящее время перед предприятиями для повышения эффективности их деятельности стоит задача оптимизации производственного или перевозочного процесса, оказания услуг. Совершенствование современных технологий, информатизация процессов, повышение производительности труда, сокращение численности персонала приводят к появлению у собственника излишнего имущества. При этом данные активы не приносят доходов, а только генерируют убытки: оплата коммунальных платежей, налоговые отчисления, охрана и прочее [1] Таким образом, собственник для сокращения своих расходов и повышения доходов должен принять решение о «судьбе» неиспользуемого актива. По общему правилу имущество может быть:

- продано;
- передано в аренду, в том числе и под реализацию инвестиционного проекта;
- подарено (не коммерческой организации);
- списано и демонтировано [2], [3];

Основными критериями, определяющими выбор вида сделки с конкретным объектом недвижимым имуществом, являются:

- 1) производственная необходимость;
- 2) уровень развития регионального рынка недвижимости (как правило рынок недвижимости считается развитым в городах с численностью жителей более 200 тыс. человек, а также в непосредственной близости таких населенных пунктов и на курортах);
- 3) физический и моральный износ актива по данным органов технического и кадастрового учёта, технической инвентаризации здания или сооружения [4]

Для принятия решения о виде сделки с активом, учитывая производственные ограничения, рекомендуем исходить из следующего:

1) аренда объекта признаётся предпочтительным видом сделки при развитом рынке недвижимости региона и физическом износе объекта не более 50 процентов;

2) аренда объекта с инвестиционными условиями может быть рассмотрена при физическом износе объекта более 50 процентов и необходимости в сохранении у собственника права собственности на объект, не принимая во внимание степень развитости рынка недвижимости;

3) передача актива для реализации инвестиционного проекта – развитый рынок недвижимости и необходимость у собственника в приобретении имущества, отличного от денежных средств [5];

4) продажа – отсутствие производственной необходимости нахождения объекта в составе активов предприятия вне зависимости от его физического состояния и степени развитости рынка недвижимости;

5) списание и демонтаж – полный физический и моральный износ имущества, а также отсутствие развитого рынка недвижимости.

Рассмотрим варианты и способы оптимизации процесса передачи имущества в аренду путём применения методик расчётов арендных платежей, сокращения сроков принятия решений об оформлении сделок с учётом тенденций судебной практики, оценивая риски принятия решений, направленных на повышение доходов компании.

Основными документами в области арендных отношений являются:

– гражданский кодекс Российской Федерации;

– закон об оценочной деятельности;

– внутренние нормативные акты субъектов федерации, муниципальных образований и предприятий [6]

В настоящее время, крупные промышленные и транспортные предприятия, госкорпорации, а также юридические лица с долей участия государства для заключения договора аренды недвижимого имущества обязаны:

– провести оценку рыночной стоимости объекта аренды [7];

– разместить информацию на профильных сайтах и торговых площадках;

– организовать рекламную кампанию;

– провести заседания экспертной группы и конкурсной комиссии.

Для повышения эффективности процесса передачи объекта недвижимого имущества в аренду предлагаем следующие мероприятия:

1. Передача в аренду объектов на основании почасовой арендной платы

Применяя данный вид, необходимо исходить из следующих требований:

1) недвижимое имущество передается в аренду без проведения торгов.

В данном случае:

– снижаются расходы на организацию конкурсных процедур (подготовка и оформление конкурсной документации, участие руководителей и специалистов в заседаниях экспертной группы и конкурсной комиссии);

– сокращаются сроки заключения договора аренды (по общему правилу период размещения информации о проведении конкурсной процедуры до даты окончания принятия документов должен составлять не менее 30 дней).

2) ставка арендной платы за один час утверждается руководителем предприятия ежегодно. При этом её размер определяется:

– без привлечения оценочной организации (сокращаются затраты компании на привлечение оценщика, а также исключается время на заключение договора с ним и получения отчёта об оценке;

– с учётом определения суммы расходов, сформировавшихся по данному объекту, и нормы рентабельности;

– анализом существующих предложений на объекты – аналоги.

3) решение о передаче в аренду объекта принимается уполномоченным лицом (которое определяется приказом руководителя предприятия) путём подписания им договора аренды на основании выданной доверенности;

4) договор аренды объекта оформляется по типовой форме и не требует его согласования с причастными подразделениями предприятия.

Так, например, на Горьковской железной дороге подписано распоряжение от 27.12.2012 г. № Горьк-476/р «О передаче в аренду», в котором учтены вышеуказанные требования. Организация процесса передачи в аренду объектов на условиях почасовой арендной платы, определяемой ценовой комиссией на основании рыночной конъюнктуры и утверждаемой ежегодно начальником Горьковской железной дороги, позволила с 2013 года по настоящий момент получить доходов в размере 82,7 млн. рублей. Было заключено более 3000 договоров аренды.

Основное преимущество в данном подходе состоит в сроках заключения договора, которые зачастую составляют 2-3 дня, а при хорошем стечении обстоятельств (руководители находятся на месте) договор заключается в суточный срок. При этом стоимость по ряду договоров превысила 300 тыс. рублей, что, зачастую больше стоимости арендной платы за 11 месяцев при долгосрочной аренде объекта.

Каковы плюсы компании в данном способе передачи в аренду объектов и какая привлекательность данного способа для клиента? На наш взгляд для компании:

- быстрые сроки получения доходов;
- 100 % предоплата за использование имущества;
- снижение издержек (нет затрат на оценку).

для интересанта:

- наличие информации о стоимости в момент обращения;
- сжатые сроки передачи в аренду и минимальный комплект документов, предоставляемого для заключения договора.

2. Установление арендной платы без привлечение оценочной организации

С целью ускорения процесса подготовки к заключению договоров аренды недвижимого имущества цена арендной платы при передаче в аренду объектов (их частей) недвижимого имущества может быть определена без отчёта об оценке.

Данный расчёт может быть осуществлён при наличии сотрудника, имеющего образование в области оценки.

Для целей установления арендной платы объекта требуется провести ряд последовательных действий:

2.1. Идентифицировать следующие характеристики объекта:

- функциональное назначение (производственно-складское; торговля/общепит/бытовые услуги; административно-офисное и т.д.);
- определить наличие инженерных сетей;
- проанализировать проходимость (интенсивность потребительского потока);
- описать транспортную доступность;
- определить техническое состояние объекта.

2.2. собрать аналоги с идентичной структурой арендной ставки по эксплуатационным и коммунальным расходам;

2.3. Провести расчёт арендной платы с учётом корректировок.

Применение данного инструмента позволяет снизить расходы на проведение работ по оценке, а также сократить время на заключение договора аренды.

3. Определение арендной ставки с использованием программного обеспечения

Учитывая поставленные руководством страны задачи по цифровизации процессов в экономике в ОАО «РЖД», утверждена методика для расчета ставки арендной платы с использованием внедрённого функционала в системе управления имуществом комплексом ОАО «РЖД» (далее – СУИК).

Для этого необходимо ввести уточняющие данные по объекту, предлагаемому к передаче в аренду:

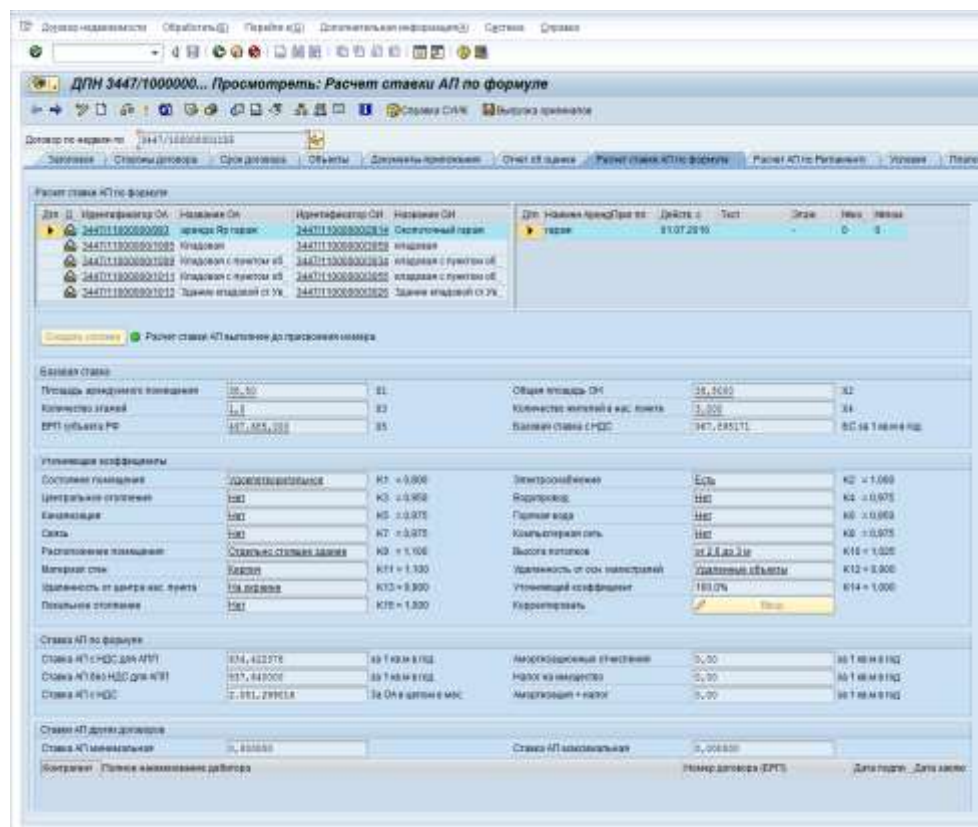


Рис. 1. Порядок ввода информации для проведения расчёта арендной платы

Начиная с апреля 2015 года данная методика стала применяться на полигоне всех железных дорог ОАО «РЖД».

4. Снижение сроков оформления договоров

Предлагаю провести анализ общепринятого порядка передачи в аренду объекта недвижимого имущества в рамках недополучения доходов, а также затрат компании, связанных с данным процессом, на двух примерах:

4.1. Допустим, поступила заявка от потенциального арендатора по торговому помещению площадью 100 кв.м. в удаленном от центра Нижнего Новгорода районе города, с рассчитанной по методике ставке аренды в размере 400 руб. за 1 кв.м. в месяц с НДС.

Указаны необходимые действия и временные затраты специалиста, отвечающего за оформление аренды, понесенные им при заключении договора, а также временные рамки, связанные с процессами передачи в аренду объекта недвижимого имущества.

Из данной таблицы можно увидеть, что минимальный срок заключения договора составляет 53 дня, при этом специалист, отвечающий за оформление аренды, затрачивает на данный процесс, занимаясь только им, 980 минут или более двух рабочих дней.

Таблица 1

**Расчёт временных затрат на заключение договора аренды
 с учётом проведения конкурсных процедур**

Дни	Передача в аренду объекта через торги по стоимости, определенной на основании методики (при размещении объекта в населённом пункте с численностью более 200 тыс. человек)	Минуты
1	Проверка заявки на наличие полного комплекта документов, направление документов для согласования с причастными	30
	Установление начальной цены по методике (согласно пункта 2 статьи)	420
	Подготовка проекта решения руководителя	60
1	Принятие решения руководителем филиала и направление его причастным	60
1	Размещение информации на сайте предприятия	20
	Подготовка аукционной документации, её согласование с причастными и подписание у руководителя	280
45	Процедура торгов	
1	Организация работы экспертной группы	30
1	Проведение аукциона	80
3	Заключение договора и отработка договора с причастными	
53	ИТОГО	980

Вот некоторые расчеты:

а) расходы, связанное с оплатой труда специалиста, отвечающего за оформление аренды, – 5 000 руб.:

– 300 рублей – часовая ставка специалиста, отвечающего за оформление аренды;

– 980 мин. или 16,3 часа – время, необходимое для заключения договора (см. таблицу № 1);

– 300 рублей × 16,3 часа ≈ 5000 рублей

б) Недополученный доход от передачи в аренду за 53 дня:

– 40 000 рублей – размер месячной арендной платы;

– 40 000 рублей/30 дней × 53 дня = 70600 – размер недополученного дохода за 53 дня.

в) 5000 рублей + 70 600 рублей = 75600 рублей – общие потери предприятия.

г) 40000 рублей × 12 месяцев = 480000 рублей – годовой доход от передачи в аренду

д) 480000 рублей + 75600 рублей = 555600 рублей – необходимый годовой доход для компенсации издержек;

е) 555600 рублей / 12 месяцев = 46300 рублей – месячная арендная ставка с учётом компенсации издержек;

ж) 40000 рублей × 0,05 = 2000 рублей – шаг аукциона – 5 % от первоначального размера месячной арендной платы.

Легко посчитать издержки (недополученный доход плюс расход, связанный с оплатой труда) компании, связанные с организацией данной процедуры – 75 600 рублей, что позволяет сделать вывод о том, что экономически целесообразно организовывать аукцион только в случае, если претендентами будет сделано не менее трёх – четырёх шагов.

К сожалению, опыт работы показывает, что такое практически не происходит.

4.2. Допустим, поступила заявка от потенциального арендатора по офисному помещению площадью 100 кв.м. в населённом пункте с численностью населения менее 200 тыс. человек. Рассчитанная по программе ставка аренды составляет 300 руб. за 1 кв.м. в месяц с НДС.

Таблица 2

Расчёт временных затрат на заключение договора аренды без проведения конкурсных процедур

Дни	Передача в аренду объекта без торгов по ставке, рассчитанной с использованием программы (при размещении объекта в населённом пункте с численностью менее 200 тыс. человек)	Минуты
1	Проверка заявки на наличие полного комплекта документов, направление документов для согласования с причастными	30
	Расчёт арендной ставки с использованием программы (согласно пункту 3 статьи)	30
	Подготовка проекта решения руководителя	60
	Принятие решения руководителем филиала и направление его причастным	60
	Размещение информации на сайте предприятия	20
15	Процедура проведения публичной оферты	
3	Заключение договора и отработка договора с причастными	
19	ИТОГО	200

Как можно видеть из приведённых расчётов:

- ежемесячная стоимость аренды данного объекта составит 30 тыс. рублей;
- расходы, связанные с оплатой труда специалиста, отвечающего за оформление аренды – 900 рублей;
- издержки предприятия, связанные с организацией данной процедуры (неполученный доход от аренды, а также плюс расходы, связанные с оплатой труда) – 19,9 тыс. рублей.

Следует учесть, что временные рамки специалиста, отвечающего за оформление аренды, указаны в случае его занятости только данными договорами без отвлечения на текущую работу. Также временные рамки прохождения согласования той или иной процедуры указаны при самом оптимальном стечении обстоятельств (все согласования проходит без замечаний, объект выставляется на аукцион в день передачи подписанной аукционной документации). Кроме того, при указанных выше расчетах не брались в учёт расходы на заработную плату специалистов причастных подразделений и руководителей предприятия, а также затраты, понесенные компанией на расходные материалы (при подготовке каждой аукционной документации уходит минимум 100 листов бумаги, плюс расходные материалы компьютерной техники).

На основании приведённых выше расчётов и анализа процессов передачи объектов в аренду предлагается:

- ежегодно формировать перечень арендопригодных площадей с возможностью поощрять специалистов, системно выявляющих объекты, которые могут быть вовлечены в гражданско-правовой оборот. Мотивационный фонд при этом определяется в размере 10% арендной платы, поступающей от передачи в аренду выявленных объектов;
- утверждать руководителем предприятия ставки аренды сроком на 1 год. В данном случае размер арендной платы рассчитывается, исходя из рыночной конъюнктуры, согласовывая ставки с причастными подразделениями (в том числе, финансово-экономический блок). При этом цена, установленная первоначально, может быть снижена не более, чем на 20 процентов, при условии отсутствия поступивших заявок от потенциальных арендаторов в течение 6 месяцев с даты размещения информации об аренде помещения в средствах-массовой информации;
- размещать информацию об арендопригодных площадях с указанием ставок аренды на сайтах предприятия и в сети интернет;
- применять ускоренную организацию конкурсных процедур со сроком экспозиции не более 7 дней при наличии двух и более заявок от потенциальных арендаторов;

Из вышеуказанного мы видим, что при проведении тщательного анализа существующего на предприятии порядка передачи имущества в аренду, можно достигнуть значительного увеличения доходов предприятия, а также компенсации арендаторами части расходов на содержание объект. На примере Горьковской железной дороги общая сумма доходов от передачи имущества в аренду за 2015 год – 9 месяцев 2019 года составила более 592,0 млн. рублей.

Список литературы:

- [1] P. Krishnan, Philip M. Long, Jeffrey Scott Vitter. Learning to Make Rent-to-Buy Decisions with Systems Applications. Machine Learning Proceedings 1995 1995, p. 322-330.
- [2] Котляров М.А. Экономика недвижимости: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / М. А. Котляров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 238 с.
- [3] Чернева Р.И. Экономика и управление недвижимостью: методическое пособие для студентов очного и заочного обучения по направлению 0800100.62 «Экономика» и 080200.62 «Менеджмент». – Нижний Новгород: Издательство ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2014. – 51 с.
- [4] Максимов С.Н. Экономика недвижимости: Учебник для студентов учреждений высшего экономического образования / С.Н.Максимов. – Москва.: ИЦ Академия, 2017. – 320 с.
- [5] Dae-Chul Jang, Bosung Kim, Sung Hak Kim. The effect of green building certification on potential tenants' willingness to rent space in a building. Journal of Cleaner Production, Volume 194, September 2018, p. 645-655.
- [6] Невзгодина Е.Л. Аренда недвижимости по законодательству Российской Федерации// Вестник Омского университета. Серия «Право». – 2014. – № 4 (41).
- [7] Федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации».
- [8] Christian L. Redfean. Underwriting Commercial Real Estate in a Dynamic Market, 2019, p. 169–188.
- [9] Daniel Schwab, Eric Werker. Are economic rents good for development? Evidence from the manufacturing sector. World Development, Volume 112, December 2018, p. 33-45.
- [10] Francesco Fallucchi, Elke Renner, Martin Sefton. Information feedback and contest structure in rent-seeking games. European Economic Review, Volume 64, November 2013, p. 223-240
- [11] Frank J. Fabozzi, Keli Xiao. Explosive rents: The real estate market dynamics in exuberance. The Quarterly Review of Economics and Finance, Volume 66, November 2017, p. 100–107.
- [12] Toke S. Aidt, Arye L. Hillman. Enduring rents. European Journal of Political Economy, Volume 24, Issue 3, September 2008, p. 545–553.
- [13] Абесалашвили М.З. Существенные условия и срок действия договора аренды // Проблемы экономики и юридической практики.– 2011. – № 2 (19).
- [14] Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А., Есипов В.Е., Мирзажанов С.К. Оценка недвижимости: учебное пособие / – 2-е изд., стр. – Москва: КНОРУС, 2018. – 752 с.
- [15] Федеральный закон от 26.01.1996 № 14-ФЗ «Гражданский кодекс Российской Федерации часть 2».

OPTIMIZATION OF THE PROPERTY LEASING PROCESS AS A DIRECTION TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE ENTERPRISE ACTIVITY

*Mosintsev Alexey V., Candidate of economic Sciences, teacher of the Department of Economics and Management
Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951*

Keywords: income, optimization, rent, valuation, market value, motivational fund, property owner, execution of contracts

Annotation. This work is devoted to solving the problem of reducing the company costs for the maintenance of unused facilities, as well as increasing revenues by optimizing the procedures for transferring property for rent. The purpose of the work is to determine the directions of

the enterprise when drawing up agreements with tenants of objects. To date, the transfer of property for rent on the basis of the signed agreement is carried out after assessing of the market value and organizing competitive procedures, and can take (for a number of objects) up to 53 days. The paper proposes to work out the issue of using the mechanism of hourly rent, methods of rents calculating. It is necessary to create a motivational fund when transferring assets for rent. The implementation of these proposals on the Gorky Railway made it possible to receive income from the lease of property 592.0 million rubles over the past five years.

References:

- [1] P. Krishnan, Philip M. Long, Jeffrey Scott Vitter. Learning to Make Rent-to-Buy Decisions with Systems Applications. Machine Learning Proceedings 1995 1995, p. 322-330.
- [2] Kotlyarov, M.A. Real estate Economics: textbook and workshop for undergraduate and graduate / M.A. Kotlyarov. 2nd ed., pererab. I DOP. – Moscow: yurayt Publishing house, 2019. – 238 p.
- [3] Cherneva R.I. Economics and real estate management: Handbook for full-time and part-time students in the direction of 0800100.62 «Economics» and 080200.62 «Management». – Nizhny Novgorod: Publishing FGBOU VO «VGAVT», 2014, 51 p.
- [4] Maksimov S.N. Real estate Economics: Textbook for students of higher economic education / S.N. Maksimov. – Moscow.: IC Academy, 2017, 320 p.
- [5] Dae-Chul Jang, Bosung Kim, Sung Hak Kim. The effect of green building certification on potential tenants' willingness to rent space in a building. Journal of Cleaner Production, Volume 194, September 2018, p. 645-655.
- [6] Nevzgodina E.L. Rent of real estate according to the legislation of the Russian Federation // Bulletin of Omsk University. Series «Right». – 2014. – № 4 (41).
- [7] Federal law of 29.07.1998 № 135-FL «On valuation activities in the Russian Federation».
- [8] Christian L. Redfearn. Underwriting Commercial Real Estate in a Dynamic Market, 2019, p. 169-188.
- [9] Daniel Schwab, Eric Werker. Are economic rents good for development? Evidence from the manufacturing sector. World Development, Volume 112, December 2018, p. 33-45.
- [10] Francesco Fallucchi, Elke Renner, Martin Sefton. Information feedback and contest structure in rent-seeking games. European Economic Review, Volume 64, November 2013, p. 223-240
- [11] Frank J. Fabozzi, Keli Xiao. Explosive rents: The real estate market dynamics in exuberance. The Quarterly Review of Economics and Finance, Volume 66, November 2017, p. 100-107.
- [12] Toke S. Aidt, Arye L. Hillman. Enduring rents. European Journal of Political Economy, Volume 24, Issue 3, September 2008, p. 545-553.
- [13] Abesalashvili M.Z. The Essential terms and duration of the lease // Problems of Economics and legal practice.– 2011. – № 2 (19).
- [14] Kasyanenko T.G., Makhovikov G.A., Esipov V.E., Mirzajanov S.K. Real estate Appraisal: a training manual / – 2nd ed., erased. – Moscow: KNORUS, 2018. – 752 p.
- [15] Federal law of 26.01.1996 № 14-FL «Civil code of the Russian Federation part 2».

Статья поступила в редакцию 08.11.2019 г.

УДК 656.62

Радостина Екатерина Алексеевна, к.э.н., главный специалист по снабжению отдела МТС АО «Судоходная компания «Волжское пароходство», 603951, г. Нижний Новгород, пл. Маркина, 15а.

Костров Владимир Николаевич, профессор, д.э.н., заведующий кафедрой логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Сухарев Дмитрий Николаевич, соискатель кафедры логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Глотова Ирина Владимировна, магистрант кафедры логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ЛОГИСТИКА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ключевые слова: водный транспорт, снабжение, бережливое производство, материально-техническое обеспечение, запасы, техническое обслуживание, кайдзен, стандартизация.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена достаточно высокими расходами в системе технического обслуживания и снабжения флота и необходимостью их устранения или минимизации с целью предотвращения существенных для судоходной компании финансовых, а также репутационных потерь.

В работе рассмотрен опыт использования на российских промышленных и транспортных предприятиях концепции бережливого производства. Проведен анализ применимости методических подходов бережливого производства к решению актуальных вопросов материально-технического снабжения на водном транспорте. Выявлены основные виды потерь, возникающие в системе технического обслуживания и снабжения судоходных компаний и портов. Сделаны предложения по разработке мероприятий по устранению указанных потерь с использованием подходов и инструментов бережливого производства. Сформулированы направления для дальнейшей детализации и проработки мероприятий по оптимизации системы материально-технического обслуживания и снабжения.

Введение

Техническое обслуживание флота судоходных компаний и портов, поддержание и своевременное восстановление технико-эксплуатационных характеристик судов на протяжении всего периода их эксплуатации является одной из областей деятельности на водном транспорте, оказывающей существенное влияние на результаты и эффективность работы коммерческих предприятий, качество и своевременность оказания транспортных услуг, выполнение иных работ как в местных, так и в транзитных перевозках.

Согласно результатам проведенных исследований, выполненных на материалах АО «Судоходная компания «Волжское пароходство», расходы в системе технического обслуживания флота и его снабжения (непосредственно ремонт, запасные части и материалы) составляют в структуре себестоимости содержания флота более 17%, имея устойчивую тенденцию к росту (ежегодные темпы роста составляют примерно 13%) [1]. Также следует учитывать, что речь идет о прямых убытках, тогда как упущенная выгода, невыполнение судоходными компаниями договорных обязательств вследствие

технической неисправности или задержек в плановом или текущем ремонте судов могут иметь намного большие размеры. В результате даже самые небольшие простои судов из-за отсутствия необходимых для проведения ремонтных работ запасных частей могут привести к существенным для судоходной компании финансовым, а также репутационным потерям.

Основные виды потерь в системе технического обслуживания и снабжения на водном транспорте

Высокие расходы на содержание дополнительных запасов, необходимых для технического обслуживания флота, значительная номенклатура используемых при этом деталей и узлов обуславливают необходимость поиска новых подходов к оптимизации системы материально-технического обслуживания судоходных компаний.

По мнению авторов, решению обозначенной задачи может послужить использование методического подхода и инструментария бережливого производства, направленного на устранение потерь различных видов, возникающих при поставках материалов, оказании услуг, выполнении ремонтных работ.

Следует отметить, что концепция бережливого производства как вариант адаптации американскими специалистами производственной системы корпорации «Тойота», успешно реализуется многими отечественными компаниями, лидером среди которых принято считать госкомпанию «Росатом» [2, 3]. Вумек и ряд других исследователей убеждены, что принципы бережливого производства применимы в любой индустриальной сфере [4, 10]. Несмотря на то, что изначально данная методология и подходы разрабатывались непосредственно для оптимизации и устранения потерь в промышленности и производственных процессах, существуют примеры внедрения данных идей в транспортной отрасли, в частности, на автомобильном и железнодорожном транспорте [5–7]. В первом случае речь пока идет лишь о разработке методологических подходов и предложений по совершенствованию деятельности автотранспортных компаний, во втором – о внедрении бережливого производства в процессы технического обслуживания и ремонта локомотивного и вагонного парка, а также в работу сортировочных станций и обслуживающих депо, пассажирских вокзалов и сервисных центров. Таким образом, в промышленности и на отдельных видах транспорта уже существуют определенные положительные результаты и наработки в области бережливого производства, которые следует использовать на водном транспорте, в первую очередь, в сфере материально-технического снабжения флота и его обслуживания.

На первом этапе реализации концепции бережливого производства необходимо определить существующие в системе материально-технического обслуживания флота и портов виды потерь. Нами это сделано в таблице 1 в соответствии с общепринятой классификацией видов потерь, на устранение которых направлен разработанный инструментарий бережливого производства [8,9].

Таблица 1

Идентификация видов потерь в системе материально-технического обслуживания на водном транспорте

Вид потерь согласно концепции бережливого производства	Характеристика потерь в системе материально-технического обслуживания флота	Содержание экономических потерь для судоходной компании (издержек)
Перепроизводство	выполнение плановых ремонтных работ без необходимости и с излишне частой периодичностью	дополнительные издержки на выполнение ремонтных работ
		дополнительные расходы на затрачиваемые комплекты сменно-запасных частей

Вид потерь согласно концепции бережливого производства	Характеристика потерь в системе материально-технического обслуживания флота	Содержание экономических потерь для судоходной компании (издержек)
Ожидание	задержки в сроках проведения ремонтных и обслуживающих работ из-за отсутствия на месте	издержки, связанные с дополнительными простоями флота при проведении
	проведения работ необходимых комплектов сменно-запасных частей или инструментов	ремонтных и других снабженческих работ
	ожидание приезда группы квалифицированных специалистов для проведения работ (при отсутствии должной квалификации или инструмента у судового экипажа)	
	отсутствие координации и согласованного взаимодействия в работе отдельных специалистов ремонтной (обслуживающей) группы	
Излишняя транспортировка	перемещение деталей и узлов от мест хранения (баз, центрального склада) к местам проведения ремонта или обслуживания	дополнительные издержки на транспортировку из-за нерациональных схем и маршрутов перемещения и доставки
	доставка ремонтной или обслуживающей группы к месту проведения работ	
Лишние этапы обработки	комплектация сменно-запасных частей непосредственно на базах снабжения	дополнительные издержки на комплектацию, а также по оборудованию и расходным материалам
Лишние запасы	избыточные запасы сменно-запасных частей, деталей и узлов на судах	дополнительные расходы на приобретение и содержание запасных частей, материалов, деталей и узлов
	избыточные запасы сменно-запасных частей, деталей и узлов на базах снабжения	
Ненужные перемещения	отсутствие четкой системы размещения номенклатуры запчастей, деталей и узлов, постоянное и хаотичное их распределение на складах баз снабжения	дополнительные затраты времени и финансовых ресурсов на поиск, перемещение на складе базы, сортировку и подготовку запчастей к отправке на судно
	Необходимость дополнительного поиска подходящих запчастей и инструмента, а также их излишнего перемещения	дополнительные простои флота при проведении ремонтных и других снабженческих работ, связанные с этим издержки
Выпуск дефектной продукции	некачественные комплекты сменно-запасных частей	скорый и непредвиденный выход из строя агрегатов, прекращение или приостановление эксплуатации флота; дополнительные затраты времени и финансов на проведение ремонта
	некачественное выполнение работ ремонтным и обслуживающим персоналом	

Применение подходов и инструментов бережливого производства для устранения потерь в системе материально-технического обслуживания на водном транспорте

Далее необходимо определить причины возникновения потерь и возможные направления их устранения (либо сведения к минимуму), для чего в системе бережливого производства разработан весьма обширный инструментарий. Причем отдельные подходы сами по себе претендуют на роль логистических и управленческих концепций и подходов: поток единичных изделий, «канбан», всеобщий уход за оборудованием, система «5С», быстрая переналадка, «кайдзен», защита от ошибок («пока-ёкэ») [10].

Для более полного анализа ситуации обычно рекомендуется составить карту всего потока создания ценности [11]. Однако в нашем случае, отличным от процесса промышленного производства (на который изначально рассчитано применение бережливого производства), представляется возможным сразу переход к формулированию мероприятий по повышению эффективности системы материально-технического снабжения. Тем не менее, данный этап следует считать предварительным, после которого необходимо проведение более детального анализа и комплексной проработки предложений (чтобы улучшение отдельного направления работ не сказывалось отрицательно на других и работе системы снабжения в целом).

Примерный перечень возможных направлений и мероприятий по внедрению методов бережливого производства в системе материально-технического обслуживания на водном транспорте (применительно к снабжению флота и портов) нами представлен в таблице 2. Предлагаемые мероприятия сгруппированы по тем видам выявленных ранее потерь, на устранение которых они направлены.

Таблица 2

Возможные направления устранения (минимизации) потерь в системе материально-технического обслуживания на водном транспорте

Потери	Направления устранения или минимизации
Перепроизводство	
излишняя частота выполнения ремонтных работ	внедрение системы всеобщего ухода за оборудованием; вовлечение работников баз снабжения и членов экипажа в процесс технического контроля за состоянием оборудования, агрегатов и узлов эксплуатируемых судов
Ожидание	
задержки из-за отсутствия необходимых комплектов сменно-запасных частей или инструментов	переход на «вытягивающую» систему снабжения комплектами сменно-запасных частей; введение системы быстрого информирования и реагирования на необходимость проведения ремонтных работ и снабжение
ожидание приезда группы квалифицированных специалистов	введение системы быстрого информирования и реагирования на необходимость проведения ремонтных работ и снабжение
отсутствие координации в работе отдельных специалистов-ремонтников	введение стандартов обслуживания и проведения ремонтных работ (разработанных с участием персонала баз снабжения и ремонтных групп); оптимизация процессов работ по материально-техническому обслуживанию (с использованием рационализаторских предложений участников и непосредственных исполнителей работ)
перемещение деталей и узлов к местам проведения ремонта или обслуживания	использование для доставки деталей и узлов транспорта сторонних организаций (передача данного вида работ на аутсорсинг); внедрение логистической системы доставки «точно в срок»
Излишняя транспортировка	

Потери	Направления устранения или минимизации
доставка ремонтной или обслуживающей группы	привлечение к проведению работ сторонних организаций и работников по договорам подряда (передача выполнения ряда ремонтных и снабженческих работ на аутсорсинг)
Лишние этапы обработки	
комплектация сменно-запасных частей непосредственно на базах снабжения	заключение дополнительных соглашений с производителями (поставщиками) запчастей по формированию необходимых комплектов и поставке на базы снабжения в укрупненном виде (передача данной функции на аутсорсинг)
Лишние запасы	
запасы запчастей, деталей и узлов на судах	обоснование рационального (минимального) запаса деталей и узлов на судах, базах снабжения; использование системы информационного сопровождения и своевременного оповещения и доставки необходимых материалов и запчастей («точно в срок»)
запасы запчастей, деталей и узлов на базах снабжения	
Ненужные перемещения	
постоянное и хаотичное перемещения запчастей на складах баз снабжения	внедрение четкой и понятной системы распределения запчастей на складах баз снабжения, в том числе с использованием визуализации, информационного сопровождения и др. логистических подходов
необходимость поиска подходящих запчастей и их перемещения при проведении обслуживания	использование системы «5С» для оптимизации эргономики рабочего места и комплекта инструментов: сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование
Выпуск дефектной продукции	
некачественные комплекты сменно-запасных частей	работа с производителями (поставщиками) комплектов сменно-запасных частей; введение собственной системы технического контроля входящего потока деталей и узлов; заключение договоров с поставщиками на быструю замену бракованных запчастей (в случае невозможности оперативной проверки их исправности)
некачественное выполнение ремонтных работ	внедрение системы четкой регламентации действий, выполняемых членами ремонтной бригады или членами экипажа; разработка соответствующих стандартов, их внедрение; повышение квалификации и аттестация персонала в сфере проводимых им работ; использование методов защиты от непреднамеренных ошибок, а также участия работников в совершенствовании процесса обслуживания (кайдзен)

Заключение

Многие из представленных в таблице 2 мероприятий являются задачами, решаемыми в логистике или с использованием логистических подходов: оптимизация маршрутов доставки запчастей или ремонтных групп; выбор оптимальных схем доставки комплектов сменно-запасных частей; обоснование оптимальных размеров запасов частей, деталей и узлов на судах, а также базах снабжения; решение задачи и обоснование целесообразности привлечения к выполнению обслуживания и ремонта сторонних организаций и работников (выбор между инсорсингом и аутсорсингом) и др.

Соответственно, сформулированные направления устранения потерь могут быть использованы для дальнейшей детализации и проработки мероприятий по оптимизации системы материально-технического обслуживания судоходных компаний, а также при проектировании и модернизации инфраструктуры транспортно-логистических систем, в которых материально-техническое обслуживание флота и портов в составе ряда обеспечивающих подсистем направлено на обеспечение своевременной и качественной доставки грузов и пассажиров [12, 13].

Каждая производственная, портовая или судоходная компания, реализующая идеи бережливого мышления, должна прежде всего собрать как можно больше информации о бережливом производстве, а затем интерпретировать эти знания в свои ценности и принципы в форме бережливого дома («Lean House»), т.е. создать собственную философию бережливости, построить свою собственную модель новой производственной системы. Таким образом, производственная система компании будет представлять конкретный способ внедрения принципов бережливого производства [1, 14].

Список литературы:

- [1] Радостина Е.А. Организационно-экономические аспекты повышения эффективности технического обслуживания флота на водном транспорте: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Радостина Екатерина Алексеевна. – Н. Новгород, 2011. С. 22.
- [2] Игольников, Б.В. «Бережливое производство» – сегодня, завтра, всегда / Б.В. Игольников, А.И. Сивак // Соискатель. – №1. – 2015. С. 42–45.
- [3] Холоднова, А.В. Логистическая система «бережливое производство»: опыт внедрения на российских предприятиях. А.В. Холоднова // Бизнес и стратегии. – №2 (3). – 2016. С. 73–77.
- [4] J. Petersen. Defining Lean Production: Some conceptual and practical issues. J. Petersen//11th QMOD Conference, Quality Management and organizational Development Attaining Sustainability From Organizational Excellence to Sustainable Excellence – 2008. С 285-300.
- [5] Повышение эффективности транспортной системы на основе развития принципов бережливого производства в перевозочном процессе. В.А. Лапидус, М.Б. Рыжков, М.Н. Мальцева, Д.И. Цвиркунов // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – №2. – 2018. С. 32–49.
- [6] Политковская, И.В. Проблемы и последовательность внедрения на предприятиях автомобильного транспорта современных концепций менеджмента. И.В. Политковская // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура: электронный научный журнал. – №1 (3). – 2015.
- [7] Стеблянский Н.В. Бережливое обучение бережливому производству. Н.В. Стеблянский, А.М. Гайдуков // Мир транспорта. – №1 (Том 13). – 2015. С. 206–211.
- [8] Вэйдер, М. Инструменты бережливого производства: мини-руководство по внедрению методик бережливого производства. М. Вэйдер // Пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – С. 125.
- [9] Schröders T., Cruz-Machado V. Assessing Lean Implementation. Schröders T., Cruz-Machado V. // Industrial Engineering, Management Science and Applications – 2015. С. 803-811.
- [10] Вумек Дж. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Д. Вумек, Д. Джонс // Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2013. С. 472.
- [11] Dilinthe M.G.S. Conceptual Evolution of Lean Manufacturing. Dilinthe M.G.S. // International Journal of Economics, Commerce and Management, United Kingdom, Vol. III, Issue 10, October 2015. С. 574-585.
- [12] Ничипорук А.О. Опыт и проблемы построения транспортно-логистических систем доставки грузов. А.О. Ничипорук // Вестник ВГАВТ. – 2017. – №50. С. 212–218.
- [13] Фролова О.Н. Система управления в транспортно-логистической системе. О.Н. Фролова, С.О. Тибалова // Логистические системы. – 2016. С. 342–346.
- [14] Miina A. Lean Problem: Why Companies Fail with Lean Implementation? Miina A. // Management 2012, 2 (5). С. 232-250.

LOGISTICS OF LEAN PRODUCTION IN THE SYSTEM OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPLY OF WATER TRANSPORT

***Radostina Ekaterina A.**, Candidate of economic Sciences, Chief Supply Specialist, MTS Department, Shipping company «Volga Shipping Company»,
15, Markin sq., Nizhny Novgorod, 603951*

***Kostrov Vladimir N.**, Doctor of Economics, Professor,
Head of Logistics and Marketing Department of Volga state university of water transport,
Sukharev Dmitry N., postgraduate student, Logistics and Marketing Department
of Volga state university of water transport,*

Glotova Irina V., master student, Logistics and Marketing Department
of Volga state university of water transport,
5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Keywords: *water transport, supply, lean manufacturing, logistics, stocks, maintenance, kaizen, standardization.*

Annotation. *The relevance of the study is due to the relatively high costs in the fleet maintenance and supply system and the need to eliminate or minimize them in order to prevent significant financial and reputation losses for the shipping company.*

The article considers the experience of applying the concept of lean manufacturing at Russian industrial and transport enterprises. The authors analyze the applicability of the methodological approaches of lean production to solving urgent issues of material and technical supply in water transport. The main types of losses arising in the system of maintenance and supply of shipping companies and ports are identified. The article contains practical suggestions for the development of measures to eliminate these losses using approaches and tools of lean manufacturing. Directions for further elaboration of measures to optimize the logistics system and supply are formulated.

References:

- [1] Radostina E.A. Organizatsionno-ekonomicheskiye aspekty povysheniya effektivnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya flota na vodnom transporte: avtoref. dis. kand. ekon. nauk: 08.00.05. Radostina Ekaterina Alekseyevna. – N. Novgorod. 2011. 22 p.
- [2] Igolnikov. B.V. «Berezhlivoye proizvodstvo» – segodnya. zavtra. Vsegda. B.V. Igolnikov. A.I. Sivak // Soiskatel. – №1. – 2015. pp. 42–45.
- [3] Kholodnova. A.V. Logisticheskaya sistema «berezhlivoye proizvodstvo»: opyt vnedreniya na rossiyskikh predpriyatiyakh. A.V. Kholodnova // Biznes i strategii. – №2 (3). – 2016. pp. 73–77.
- [4] J. Pettersen. Defining Lean Production: Some conceptual and practical issues/ J. Pettersen// 11th QMOD Conference. Quality Management and Organizational Development Attaining Sustainability From Organizational Excellence to Sustainable Excellence-2008. pp. 285-300.
- [5] Povysheniye effektivnosti transportnoy sistemy na osnove razvitiya printsipov berezhlivogo proizvodstva v perevozhnom protsesse. V.A. Lapidus. M.B. Ryzhkov. M.N. Maltseva. D.I. Tsvirkunov // Byulleten Obyedinennogo uchenogo soveta OAO «RZhD». – №2. – 2018. pp. 32–49.
- [6] Politkovskaya. I.V. Problemy i posledovatelnost vnedreniya na predpriyatiyakh avtomobilnogo transporta sovremennykh kontseptsiy menedzhmenta. I.V. Politkovskaya // Avtomobil. Doroga. Infrastruktura:elektronnyy nauchnyy zhurnal. – №1 (3). – 2015.
- [7] Steblyanskiy. N.V. Berezhlivoye obucheniye berezhlivomu proizvodstvu. N.V. Steblyanskiy. A.M. Gaydukov // Mir transporta. – №1 (Tom 13). – 2015. pp. 206–211.
- [8] Veyder. M. Instrumenty berezhlivogo proizvodstva: mini-rukovodstvo po vnedreniyu metodik berezhlivogo proizvodstva. M. Veyder // Per. s angl. – 4-e izd. – M.: Alpina Biznes Buks. 2008. pp. 125.
- [9] Schröders T. Cruz-Machado V. Assessing Lean Implementation. Schröders T. Cruz-Machado V. // Industrial Engineering. Management Science and Applications – 2015. pp. 803-811.
- [10] Vumek. Dzh. Berezhlivoye proizvodstvo: kak izbavitsya ot poter i dobitsya protsvetaniya vashoy kompanii / D.Vumek. D. Dzhons // Per. s angl. – 7-e izd. – M.: Alpina Pabliher. 2013. pp. 472.
- [11] Dilanthi M.G.S. Conceptual Evolution of Lean Manufacturing. Dilanthi M.G.S. // International Journal of Economics. Commerce and Management. United Kingdom. Vol. III. Issue 10. October 2015. pp. 574-585.
- [12] Nichiporuk. A.O. Opyt i problemy postroyeniya transportno-logisticheskikh sistem dostavki gruzov. A.O. Nichiporuk // Vestnik VGAVT. – 2017. – №50. pp. 212–218.
- [13] Frolova. O.N. Sistema upravleniya v transportno-logisticheskoy sisteme. O.N. Frolova. S.O. Tibalova // Logisticheskkiye sistemy. – 2016. pp. 342–346.
- [14] Miina A. Lean Problem: Why Companies Fail with Lean Implementation? Miina A. // Management 2012. 2(5). pp. 232-250.

Статья поступила в редакцию 14.11.2019 г.

УДК 656.62

Телегин Анатолий Иванович, профессор, д.т.н., профессор кафедры логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: kafedra-lim@yandex.ru
Ничипорук Андрей Олегович, доцент, д.т.н., профессор кафедры логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: kafedra-lim@yandex.ru
Гончарова Наталья Владимировна, к.т.н., доцент кафедры логистики и маркетинга ФГБОУ ВО «ВГУВТ», e-mail: kafedra-lim@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОХРАННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Ключевые слова: стандарт, номенклатура, правила перевозки грузов, показатели качества, сохранность перевозки, транспорт

Аннотация. В статье представлены основные требования государственного национального стандарта и разработанный метод определения стандартных показателей перевозки грузов с учетом всех факторов сохранной перевозки. Проведен анализ ряда научно-исследовательских работ отечественных ученых и зарубежных источников в области показателей качества перевозки грузов, который показал отсутствие комплексного учета всех показателей сохранной перевозки в предлагаемых подходах с использованием аналитического метода определения стандартных показателей сохранности перевозки грузов.

Предлагаемый авторами аналитический метод определения показателей сохранности перевозки может быть использован в отраслевых стандартах, правилах перевозки грузов, а также в стандартах транспортных организаций с последующим их использованием в договорных отношениях с грузоотправителями и грузополучателями.

Основными нормативно-правовыми и коммерческими актами, регламентирующими деятельность транспорта, устанавливаются требования и ответственность за обеспечение качественной доставки груза [1–3]. При этом к основным показателям в этой области относятся сохранность и своевременность доставки груза.

Стандартная номенклатура показателей качества грузовых перевозок и их характеристика, в том числе по сохранности грузов, определена ГОСТ Р 51005-96 «Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества» [2].

Стандарт устанавливает номенклатуру рекомендуемых показателей качества грузовых перевозок всеми видами транспорта общего пользования и основные положения по выбору тех или иных показателей в соответствии с целями управления качеством грузовых перевозок и задачами совершенствования транспортного обслуживания потребителей и отраслей экономики страны. При этом стандартом обусловлено, что нормы, конкретные требования, показатели качества и методы их оценки должны быть установлены в нормативных документах каждого вида транспорта общего пользования на грузовые перевозки, утверждаемые в установленном порядке.

Однако отраслевые нормативные документы (стандарты, методики определения показателей и др.) в развитие ГОСТ Р 51005-96 до сих пор не разработаны и не приняты ни на одном виде транспорта страны.

В правилах перевозок грузов предлагается при определении сохранности перевозимого груза учитывать нормы естественной убыли (НЕУ) [6]. НЕУ устанавливаются в процентах, в пределах которой определяются потери груза при перевозке, за которые

перевозчик не несет ответственности. В нормативной документации имеются методические указания по определению размеров и порядку учета потерь грузов, а по таким показателям сохранности грузов, как пропая и загрязнение; методических рекомендаций в нормативно-правовой документации нет.

Из общего перечня данных показателей различными учеными (Аристовым А.М., Стояном К.К., Соловьевой О.И., Соловьевой Е.А., Абрамовой Е.Р., Мажажиховым А.А., Митрофановым С.В., Ковалевой Е.Н., Бабуриным В.А., Минеевым С.К., Бабуриной К.Р., Ковалевым Е.Н., Водаховой В.А., Ивановой С.В. и др.) рассматривались отдельные критерии качества, но комплексный подход, соответствующий общей номенклатуре, указанной в стандарте, не встречается [4–7].

Анализ англоязычных источников по тематике качества перевозок грузов [8–15], показал недостаточную степень проработки проблематики сохранности грузов и соответствующих показателей качества. Также в проанализированных авторами научно-исследовательских работах ученых, как и в вышерассмотренных публикациях (статьях), аналитический метод определения стандартных показателей сохранности перевозки грузов не представлен комплексно.

Поэтому научные работы в этом направлении актуальны. Ниже представлен разработанный аналитический метод определения стандартных показателей сохранности перевозки грузов.

Стандартом предусмотрено определение четырех показателей для оценки сохранности перевозки грузов, что представлено на рис. 1.

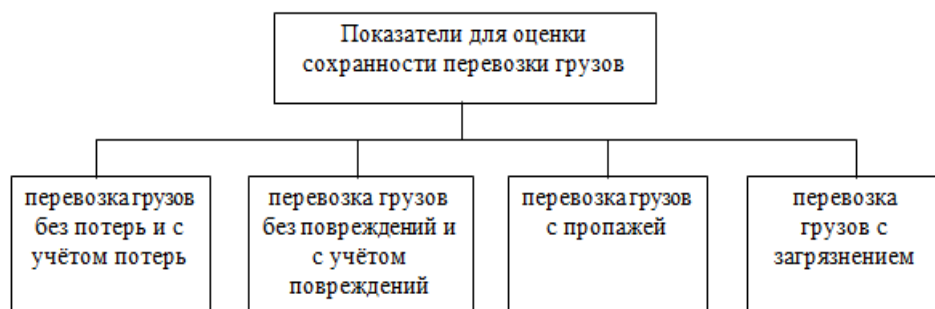


Рис. 1. Стандартные показатели сохранности перевозки грузов

Перевозка грузов без потерь и с учётом потерь

Задача определения показателей перевозки грузов без потерь и с учетом потерь может быть алгоритмически обусловлена и успешно решаться аналитическим методом, когда: перевозятся партии однородного груза; имеется определённая линия или линии (маршруты) перевозки партий однородного груза; для перевозки партий однородного груза используются однотипные перевозочные средства; обусловлены договором перевозки определенные нормы естественной убыли (навалочные, насыпные и скоропортящиеся грузы); отгрузка партий однородного груза осуществляется с одного и того же пункта отправления, одним и тем же способом и однотипными техническими средствами; выгрузка партий груза из перевозочных средств в одном и том же пункте назначения осуществляется одним и тем же способом и средствами, которые могут быть отличными, чем в пункте отправления.

Авторами предлагаются стандартные показатели перевозки грузов без потерь и с учётом потерь в следующих обозначениях, что представлено на рис. 2.

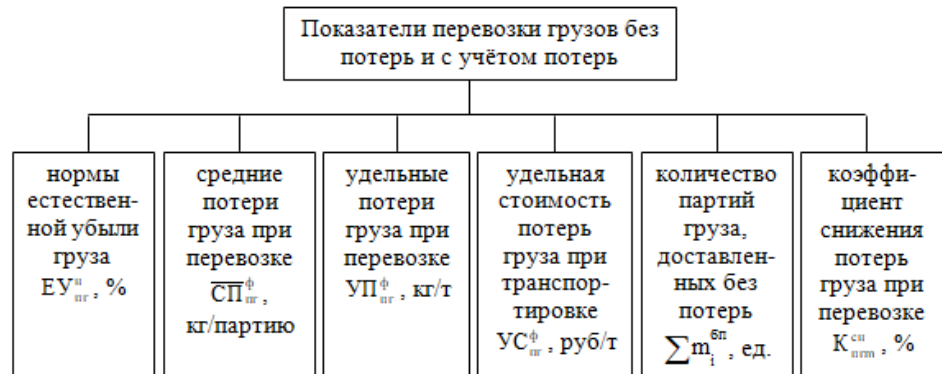


Рис. 2. Стандартные показатели перевозок грузов без потерь и с учетом потерь

Кроме того, в правилах перевозок грузов на всех видах транспорта общего пользования приводятся нормативные значения естественной убыли навалочных, насыпных и скоропортящихся грузов в процентах к массе перевезенных партий. При этом средние потери груза ($\overline{СП}_{гр}^ф$) при перевозке партий однородного груза ($m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$) можно определить по рекомендуемому нами выражению:

$$\overline{СП}_{гр}^ф = \frac{П_{m1}^ф + П_{m2}^ф + \dots + П_{mi}^ф + \dots + П_{mn}^ф}{N_{гр}^ф}, \text{ кг/партию}, \quad (1)$$

где $П_{m1}^ф, П_{m2}^ф, П_{mi}^ф, П_{mn}^ф$ – соответственно фактические потери в перевезенных партиях однородного груза, кг;
 $N_{гр}^ф$ – количество перевезенных партий груза (по транспортным, товарно-транспортным накладным), ед.

Показатель «Удельные потери груза при перевозке» для партий однородного груза ($УП_{гр}^ф$) рекомендуется рассчитывать по предлагаемой авторами статьи формуле:

$$УП_{гр}^ф = \frac{П_{m1}^ф + П_{m2}^ф + \dots + П_{mi}^ф + \dots + П_{mn}^ф}{G_{m1}^ф + G_{m2}^ф + \dots + G_{mi}^ф + \dots + G_{mn}^ф}, \text{ кг/т.}, \quad (2)$$

где $G_{m1}^ф, G_{m2}^ф, G_{mi}^ф, G_{mn}^ф$ – соответственно масса нетто груза в перевезенных партиях (по транспортным, товарно-транспортным накладным), т.

Удельная стоимость потерь груза при транспортировке ($УС_{гр}^ф$) может быть определена по следующему выражению:

$$УС_{гр}^ф = \frac{П_{m1}^ф \cdot C_{m1} + П_{m2}^ф \cdot C_{m2} + \dots + П_{mi}^ф \cdot C_{mi} + \dots + П_{mn}^ф \cdot C_{mn}}{G_{m1}^ф + G_{m2}^ф + \dots + G_{mi}^ф + \dots + G_{mn}^ф}, \text{ руб/т}, \quad (3)$$

где $C_{m1}, C_{m2}, C_{mi}, C_{mn}$ – соответственно стоимость перевезенного груза в партиях, руб/кг.

Количество партий груза, доставленных без потерь ($\sum_{i=1} m_i^{бп}$), следует считать как:

$$\sum_{i=1} m_i^{\text{бп}} = m_1^{\text{бп}} + m_2^{\text{бп}} + \dots + m_i^{\text{бп}} + \dots + m_n^{\text{бп}}, \text{ ед.}, \quad (4)$$

где $m_1^{\text{бп}}, m_2^{\text{бп}}, m_i^{\text{бп}}, m_n^{\text{бп}}$ – соответственно партии однородного груза, доставленные без его потерь, ед.

Также нами рекомендуется определять процент партий груза, доставленных без его потерь ($\Pi_{\text{пг}}^{\text{бп}}$):

$$\Pi_{\text{пг}}^{\text{бп}} = \frac{\sum_{i=1} m_i^{\text{бп}}}{N_{\text{пг}}^{\Phi}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

Коэффициент снижения потерь груза при перевозке может быть определен, если будет проводиться сравнительный анализ за какой-то прошедший период. Причем сравнение можно проводить как с определением этого показателя в количественной форме (кг/т), в стоимостной форме (руб/т), а также в процентах (что обусловлено стандартом).

Стандартный коэффициент снижения потерь груза при перевозке ($K_{\text{пгм}}^{\text{сн}}$) представим следующим выражением:

$$K_{\text{пгм}}^{\text{сн}} = \frac{\text{УП}_{\text{м}\alpha}^{\Phi} - \text{УП}_{\text{м}\delta}^{\Phi}}{\text{УП}_{\text{м}\delta}^{\Phi}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

$\text{УП}_{\text{м}\alpha}^{\Phi}$ – удельные потери груза в α -й или α -х партиях, кг/т;

$\text{УП}_{\text{м}\delta}^{\Phi}$ – удельные потери груза в δ -й или δ -х партиях, кг/т ($\text{УП}_{\text{м}\alpha}^{\Phi} > \text{УП}_{\text{м}\delta}^{\Phi}$, перевозка партии $\text{УП}_{\text{м}\alpha}^{\Phi}$ осуществляется раньше, чем $\text{УП}_{\text{м}\delta}^{\Phi}$).

Коэффициент снижения стоимости потерь груза при перевозке ($K_{\text{пгс}}^{\text{сн}}$), следует рассчитывать по формуле:

$$K_{\text{пгс}}^{\text{сн}} = \frac{\text{УС}_{\text{м}\alpha}^{\Phi} - \text{УС}_{\text{м}\delta}^{\Phi}}{\text{УС}_{\text{м}\delta}^{\Phi}} \cdot 100, \% , \quad (7)$$

где $K_{\text{пгс}}^{\text{сн}}$ – коэффициент снижения стоимости потерь груза при перевозке, %; при условии $\text{УС}_{\text{м}\alpha}^{\Phi} > \text{УС}_{\text{м}\delta}^{\Phi}$.

Перевозка грузов без повреждений и с учётом повреждений

Для решения задачи определения данных показателей аналитическим методом обозначим стандартные показатели перевозки партий груза без повреждений и с учётом повреждений, что показано на рис. 3.

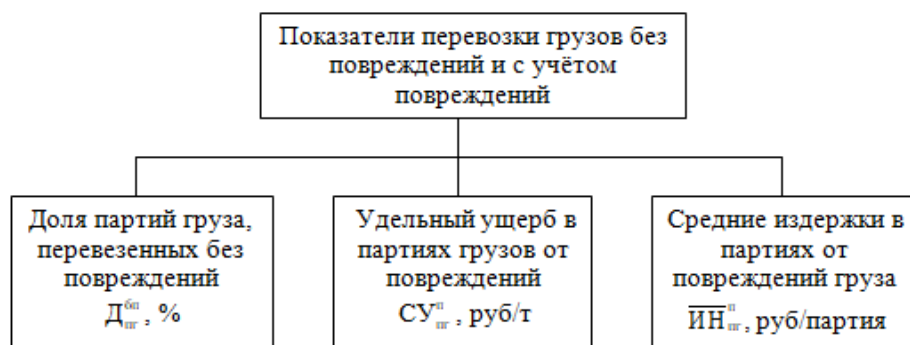


Рис. 3. Стандартные показатели перевозок грузов без повреждений и с учётом повреждений

Долю партий груза, привезенных без повреждений, можно представить следующим выражением:

$$D_{гр}^{6п} = \frac{m_k^{6п} + m_e^{6п} + \dots + m_\alpha^{6п}}{N_{гр}^\Phi}, \text{ относительные единицы} \quad (8)$$

или

$$D_{гр}^{6п} = \frac{m_k^{6п} + m_e^{6п} + \dots + m_\alpha^{6п}}{N_{гр}^\Phi} \cdot 100, \% , \quad (9)$$

где $m_k^{6п}, m_e^{6п}, m_\alpha^{6п}$ – партии груза, перевезенные без его повреждения.

Удельный ущерб в партиях груза от повреждений, рассчитывается по формуле:

$$СУ_{гр}^n = \frac{Y_{ма}^n + Y_{мб}^n + \dots + Y_{мв}^n}{G_{ма}^\Phi + G_{мб}^\Phi + \dots + G_{мв}^\Phi}, \text{ руб/т}, \quad (10)$$

где $Y_{ма}^n, Y_{мб}^n, Y_{мв}^n$ – соответственно ущерб от повреждения груза в перевезенных партиях, руб.;

$G_{ма}^\Phi, G_{мб}^\Phi, G_{мв}^\Phi$ – масса груза в партиях (по накладным, товарно-транспортным накладным), т.

Средние издержки в перевезенных партиях от повреждения груза ($\overline{IИ}_{гр}^n$) можно определить как:

$$\overline{IИ}_{гр}^n = \frac{I_{ма}^n + I_{мб}^n + \dots + I_{мв}^n}{\sum N_{гр}^{\Phiп}}, \text{ руб/партия}, \quad (11)$$

где $I_{ма}^n, I_{мб}^n, I_{мв}^n$ – соответственно издержки в перевезенных партиях от повреждения груза, руб.;

$\sum N_{гр}^{\Phiп}$ – количество фактически перевезенных партий груза с его повреждением, ед.

Перевозка грузов с пропажей

Для решения задачи определения показателей перевозки партий груза с пропажей аналитическим методом введем обозначения стандартных показателей, что видно на рис. 4.

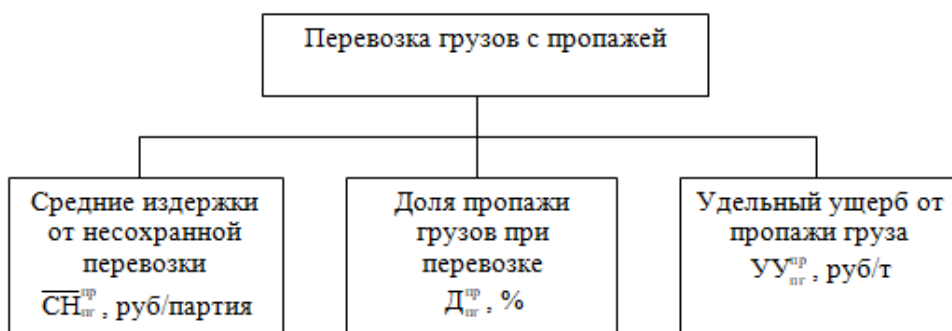


Рис. 4. Стандартные показатели перевозки грузов с пропавшей

Средние издержки в партиях от несохранной перевозки (пропажи груза) ($\overline{СН}_{гр}^{пр}$) можно определить по рекомендуемому нами выражению:

$$\overline{СН}_{гр}^{пр} = \frac{H_{мк}^{пр} + H_{мл}^{пр} + \dots + H_{мз}^{пр}}{\sum N_{гр}^{фпр}}, \text{ руб/партия}, \quad (12)$$

где $H_{мк}^{пр}$, $H_{мл}^{пр}$, $H_{мз}^{пр}$ – соответственно издержки в партиях от пропажи груза, руб;

$\sum N_{гр}^{фпр}$ – количество партий, в которых пропал груз, ед.

Доля пропажи груза при перевозке можно рассчитывать по предлагаемой авторами формуле:

$$D_{гр}^{пр} = \frac{D_{мк}^{пр} + D_{мл}^{пр} + \dots + D_{мз}^{пр}}{\sum G_{гр}^{фпр}} \cdot 100, \% , \quad (13)$$

где $D_{мк}^{пр}$, $D_{мл}^{пр}$, $D_{мз}^{пр}$ – соответственно количество пропавшего груза в перевезенных партиях, т;

$\sum G_{гр}^{фпр}$ – общая масса перевезенного груза в партиях, где пропала часть груза (по накладным или товарно-транспортным накладным), т.

Удельный ущерб от пропажи груза:

$$УУ_{гр}^{пр} = \frac{Y_{мк}^{пр} + Y_{мл}^{пр} + \dots + Y_{мз}^{пр}}{\sum G_{гр}^{фпр}}, \text{ руб/т}, \quad (14)$$

где $Y_{мк}^{пр}$, $Y_{мл}^{пр}$, $Y_{мз}^{пр}$ – соответственно ущерб от пропажи груза в этих партиях, руб.

Перевозка груза с загрязнением

Для решения задачи определения показателей перевозки партий груза с загрязнением аналитическим методом введем обозначения стандартных показателей, которые представлены на рис. 5.

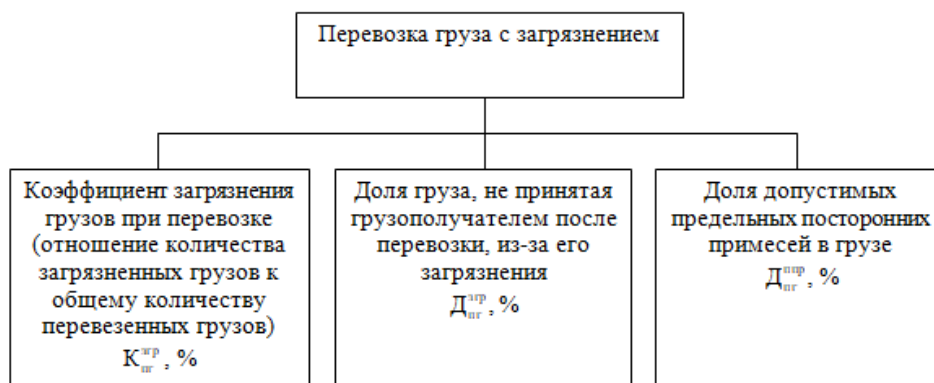


Рис. 5. Стандартные показатели перевозки груза с загрязнением

Коэффициент загрязнения груза при перевозке ($K_{гр}^{згр}$) представлен следующим выражением:

$$K_{гр}^{згр} = \frac{\Delta G_{ma}^{згр} + \Delta G_{mb}^{згр} + \dots + \Delta G_{mb}^{згр}}{G_{m1}^{\phi} + G_{m2}^{\phi} + \dots + G_{mi}^{\phi} + \dots + G_{mn}^{\phi}} \cdot 100, \% , \quad (15)$$

где $\Delta G_{ma}^{згр}, \Delta G_{mb}^{згр}, \Delta G_{mb}^{згр}$ – соответственно масса загрязненного груза в перевезенных партиях, т.

Долю груза, не принятую грузополучателем после его проверки, из-за загрязнения ($D_{гр}^{згр}$), предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$D_{гр}^{згр} = \frac{\Delta q_{ma}^{згр} + \Delta q_{mb}^{згр} + \dots + \Delta q_{mb}^{згр}}{G_{m1}^{\phi} + G_{m2}^{\phi} + \dots + G_{mi}^{\phi} + \dots + G_{mn}^{\phi}} \cdot 100, \% , \quad (16)$$

где $\Delta q_{ma}^{згр}, \Delta q_{mb}^{згр}, \Delta q_{mb}^{згр}$ – соответственно масса загрязненного груза, не принятая грузополучателем, т.

Если доля фактических посторонних примесей в грузе ($D_{гр}^{ппр}$), находится в допустимых пределах по нормативно-правовым документам, действующим на транспорте [1–7] (транспортным уставам и кодексам, правилам перевозок на отдельных видах транспорта, государственным, национальным стандартам и др.), то для расчета данного показателя нами рекомендуется использовать следующее выражение:

$$D_{гр}^{ппр} = \frac{\Delta q_{mk}^{ппр} + \Delta q_{ml}^{ппр} + \dots + \Delta q_{mc}^{ппр}}{G_{m1}^{\phi} + G_{m2}^{\phi} + \dots + G_{mi}^{\phi} + \dots + G_{mn}^{\phi}} \cdot 100, \% , \quad (17)$$

где $\Delta q_{mk}^{ппр}, \Delta q_{ml}^{ппр}, \Delta q_{mc}^{ппр}$ – соответственно масса фактических посторонних примесей в партиях перевезенного груза, т.

Предлагаемый авторами аналитический метод определения показателей сохранности перевозки может быть использован в отраслевых стандартах, правилах перевозки грузов, а также в стандартах транспортных организаций с последующим их использованием в договорных отношениях с грузоотправителями и грузополучателями.

Список литературы:

- [1] Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 № 24-ФЗ (ред. от 29.12.2017). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30650.
- [2] ГОСТ Р 51005-96 Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006075>.
- [3] Справочная информация: «Нормы естественной убыли». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62063.
- [4] Аристов А.М. Исследование факторов повышения качества перевозок тарно-штучных грузов // Известия СПбГУЭФ. – 2012. – Вып. 3 (75). – С. 76-78.
- [5] Соловьева О.И., Соловьева, Е.А. Оптимизация показателей качества перевозок на внутренних водных путях / О.И. Соловьева, Е.А. Соловьева // Транспортное дело России. – 2010. – № 8. – С. 138–141.
- [6] Абрамова Е.Р. Использование современных средств обеспечения сохранности грузов при транспортировке и хранении / Е.Р. Абрамова // Вестник Российской экономической академии Г.В. Плеханова. – 2006. – № 2. – С. 82–86.
- [7] Ковалёва Е.Н. Комплексная оценка качества транспортных услуг, оказываемых на предприятиях внутреннего водного транспорта / Е.Н. Ковалёва, В.А. Водахова // Вестник государственного университета морского и речного флота имени С.О. Макарова, 2015. - Вып.1. - С. 144–152
- [8] Andronikova L.N., Atrokhov N.A., Moroz D.G. Enshuring the safety of road transportation of goods. IJAS, Vol.6, №3, 2016. Available at: https://www.researchgate.net/publication/320253126_ENSURING_THE_SAFETY_OF_ROAD_TRANSPORTATION_OF_GOODS
- [9] International standard ISO 9001:2015(E). Available at: http://www.dmsc.moph.go.th/iso/upload/iso9001_2015.pdf
- [10] Kyrychenko H., Statyvkа Y., Strelko O., Berdnychenko Y., Nesterenko H. Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus, 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/328319016_Assessment_of_Cargo_Delivery_Quality_Using_Fuzzy_Set_Apparatus
- [11] Fábos R. The applicability in military road transport of indicators characteristic to road cargo transport fleets. VIII. Vol.3, 2013. Available at: http://www.hadmernok.hu/133_06_fabosr_2.pdf
- [12] Slobodchikov N., Makarenko M. Problems of quality control during transportation of perishable goods. Russian Journal of Logistics & Transport Management.vol.2, №2, 2015. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/problems-of-quality-control-during-transportation-of-perishable-goods>
- [13] Special Eurobarometer 422a. "Quality of transport. Report". European Union, 2014. Available at: https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_422a_en.pdf
- [14] Tseng Yung-yu, Yue Wen Long, TaylorMichael A P.The role of transportation in logistics chain.Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657-1672, 2005. Available at: http://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_2520_0.pdf
- [15] Logistics Process Standardization. Cargo tracing and tracking process Standardization about container cargo around export/import business (Appendix) Business Requirement Specifications (BRS), 2012. Available at: http://www.unece.org/cefact/brs/brs_index.html

DEVELOPMENT OF A DETERMINATION METHOD OF CARGO TRANSPORTATION SAFETY STANDARD INDICATORS

Telegin Anatoly I., Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of logistics and marketing Department, Volga State University of Water Transport,

Nichiporuk Andrey O., Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of logistics and marketing Department, Volga State University of Water Transport,

Goncharova Natalia V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of logistics and marketing Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Key words: *standards, nomenclature, rules for transportation of goods, quality indicators, safety of transportation, transport*

The article presents the main requirements of the state national standard and the developed method for determining standard indicators of cargo transportation, taking into account all factors of safe transportation. The analysis of a number of research works of domestic scientists and foreign sources in the field of cargo transportation quality indicators has been carried out. It has shown the lack of a comprehensive record of all indicators of safe transportation in the proposed approaches using the analytical determination method of cargo transportation safety standard indicators.

The analytical determination method of cargo transportation safety indicators proposed by the authors, can be used in industry standards, rules for transportation of goods, as well as in the standards of transport organizations with their subsequent use in contractual relations with shippers and consignees.

References:

- [1] Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 № 24-ФЗ (ред. от 29.12.2017). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_30650.
- [2] ГОСТ R 51005-96 Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006075>.
- [3] Справочная информация: «Norm yestestvennoj ubyli». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62063.
- [4] Aristov A.M. Issledovanie faktorov povysheniya kachestva perevozok tarno-shtuchnyh грузов. Izvestiya SPbGUEF. – 2012. – Vyp. 3 (75). – S. 76-78.
- [5] Solov'eva, O.I., Solov'eva, E.A. Optimizatsiya pokazatelej kachestva perevozok na vnutrennih vodnyh putyah. O.I. Solov'eva, E.A. Solov'eva. Transportnoe delo Rossii. – 2010. – № 8. – S. 138-141.
- [6] Abramova E.R. Ispol'zovanie sovremennyh sredstv obespecheniya sohrannosti грузов pri transportirovke i hranenii. E.R. Abramova. Vestnik Rossijskoj ekonomicheskoj akademii G.V. Plehanova. – 2006. – № 2. – S.82-86.
- [7] Kovaljova E.N. Kompleksnaja ocenka kachestva transportnyh uslug, okazyvaemyh na predpriyatijah vnutrennego vodnogo transporta. E.N. Kovaljova, V.A. Vodahova. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni S.O. Makarova, 2015. - Vyp.1. - S.144-152.
- [8] Andronikova L.N., Atrokhov N.A., Moroz D.G. Enshuring the safety of road transportation of goods. IJAS, Vol.6, №3, 2016. Available at: https://www.researchgate.net/publication/320253126_ensuring_the_safety_of_road_transportation_of_goods
- [9] International standard ISO9001:2015(E). Available at: http://www.dmsc.moph.go.th/iso/upload/iso9001_2015.pdf
- [10] Kyrychenko H., Statyvka Y., Strelko O., Berdnychenko Y., Nesterenko H. Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus, 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/328319016_Assessment_of_Cargo_Delivery_Quality_Using_Fuzzy_Set_Apparatus
- [11] Fábos R. The applicability in military road transport of indicators characteristic to road cargo transport fleets. VIII. Vol.3, 2013. Available at: http://www.hadmernok.hu/133_06_fabosr_2.pdf
- [12] Slobodchikov N., Makarenko M. Problems of quality control during transportation of perishable goods. Russian Journal of Logistics & Transport Management.vol.2, №2, 2015. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/problems-of-quality-control-during-transportation-of-perishable-goods>
- [13] Special Eurobarometer 422a. «Quality of transport. Report». European Union, 2014. Available at: https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_422a_en.pdf
- [14] Tseng Yung-yu, Yue Wen Long, Taylor Michael A P. The role of transportation in logistics chain.Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657-1672, 2005. Available at: http://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_2520_0.pdf
- [15] Logistics Process Standardization. Cargo tracing and tracking process Standardization about container cargo around export/import business (Appendix) Business Requirement Specifications (BRS), 2012. Available at: http://www.unece.org/cefact/brs/brs_index.html

Статья поступила в редакцию 30.10.2019 г.

УДК 338.45

Трухинова Ольга Леонидовна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов ФГБОУ ВО «ВГУВТ», старший преподаватель кафедры «Системный анализ в экономике» ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» e-mail: truhinova@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (ФГБОУ ВО «Финансовый университет»)

125993, Москва, Ленинградский пр., 49.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОЙ ОЦЕНКИ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ВЫБОРА КРУИЗНОГО СУДНА

Ключевые слова: судостроение, круизный флот, системный анализ, удовлетворенность потребителей, комфортабельность судна, инвестиционный проект, многокритериальный выбор, тип проблемной ситуации, представления об ожиданиях потребителей.

Аннотация. В процессе выбора инвестиционного проекта круизного судна встает проблема системной оценки удовлетворенности потребителей продукции судостроения. Для ее решения была поставлена цель разработать основные подходы к оценке удовлетворенности требований потребителей с системных позиций. Действующий порядок оценки удовлетворенности недостаточно обоснован и структурирован, опирается на множество разрозненных показателей, которые применяются бессистемно. Использование системной методологии позволило разработать критериальное пространство показателей удовлетворенности потребителей применительно к круизному флоту. Выявлены особенности оценки вероятностного представления об ожиданиях потребителей в различных типах проблемных ситуаций, сформулированных автором. Новизна исследования заключается в комплексном подходе к инвестиционному выбору с помощью критерия «удовлетворенность» в совокупности с критериями «эффективность» и «результативность», ранжированных в соответствии с типом проблемной ситуации. Это позволяет в дальнейшем формализовать алгоритм выбора инвестиционного проекта. Результаты исследования имеют широкие возможности применения на практике в отрасли судостроения.

Введение

Состояние круизного флота России можно охарактеризовать как кризисное в связи с насущной необходимостью обновления пассажирских судов. С 90-х годов XX века до последнего времени новые круизные суда не создавались по причине их медленной окупаемости и значительных инвестиционных вложений, которые были нереальны для частных инвесторов в текущих условиях. В мировой практике в таких ситуациях наблюдается активное участие государства в виде прямого финансирования, субсидирования и других мер поддержки. В настоящее время российское круизное судостроение начинает возрождаться с помощью государственных лизинговых программ. Однако для успешного развития отрасли необходима разработка механизма

инвестиционного выбора проекта. Одним из инструментов такого выбора является оценка удовлетворенности потребителей круизного судна.

Цель и задачи

Цель – разработать основные подходы к оценке удовлетворенности потребителей в процессе осуществления выбора инвестиционного проекта пассажирского круизного судна.

Задачи:

1) критически рассмотреть действующий порядок определения удовлетворенности потребителей инвестиционного проекта в гражданском судостроении (в сегменте строительства круизного флота) и наметить направления его совершенствования;

2) определить значение и сущность понятия «удовлетворенность» и обосновать концепцию оценки критерия удовлетворенности с помощью отражающих его показателей.

Материалы и методы

Информационной базой исследования являлись российские и международные нормативные акты в сфере менеджмента качества, научные публикации, отраслевые журналы, интервью с представителями отрасли и экспертами, материалы опросов потребителей транспортных услуг круизного флота.

В работе применялись методы системного анализа, кейс-анализа, контент-анализа.

Результаты

Существующая практика выбора инвестиционного проекта опирается на комплекс показателей эффективности инвестиций, при этом под эффективностью понимается, как правило, возможность возврата вложенных средств в определенный срок с заданной доходностью. Таким образом, основой инвестиционного выбора признается преимущественно коммерческий интерес [1, 2]. Однако при формировании системы критериев выбора требуется учитывать многокритериальный характер инвестиций и необходимость отражения других эффектов, производимых инвестиционным проектом, прежде всего, удовлетворение общественных потребностей. Необходимо отметить, что применяемая в России методика оценки эффективности инвестиций [1] содержит показатель общественной эффективности, однако его использование предусмотрено в основном для общественно значимых проектов, под которыми подразумеваются глобальные проекты крупного масштаба. Оценка указанного показателя базируется на тех же принципах коммерческой эффективности; вместе с тем расчет социальных и экологических составляющих весьма сложен и чаще всего их оценивание осуществляется экспертным путем.

В мировой практике в процессе создания и эксплуатации какой-либо продукции принято ориентироваться не только на показатель эффективности, но и на критерии удовлетворенности и результативности, предусмотренные международными стандартами качества. Несмотря на всеобщее признание данных критериев, не разработаны конкретные способы и методики их применения в нормативной базе и научных источниках. Вместе с тем для обеспечения успешного развития организации требуется учитывать удовлетворенность потребителей продукции.

В соответствии со стандартами серии ISO 2000 (в частности, в стандарте ISO 9000:2015) под удовлетворенностью понимается процесс «восприятия потребителями степени удовлетворения их потребностей и ожиданий» [3]. В стандарте ISO 10004:2018 установлено, что «для достижения высокой удовлетворенности потребителя может потребоваться удовлетворить ожидание потребителя, даже если оно не установлено, не является предполагаемым или обязательным» [4]. При этом декларируется

необходимость взаимодействия с потребителями на всех этапах жизненного цикла объекта (услуг, продукции и т.п.). Эту идею поддерживают и развивают западные ученые, например, Уэстлэнд Д., который отмечает важность оценки удовлетворенности потребителей в особенности при формировании альтернатив на прединвестиционной стадии [5, с. 18–19]. Матацинис Н. и Григоридис Е. утверждают, что такая оценка должна быть обязательно многокритериальной для обоснованности принятия инвестиционных решений с позиции интересов потребителей [6, с. 95–107], [7]. В работе итальянских ученых Арборетти Р., Батке А., Боннини С. и др. рассматриваются методы агрегирования оценки удовлетворенности потребителей и их предпочтений с использованием современного математического аппарата [8], позволяющие обобщить данные измерений удовлетворенности и провести их анализ.

Системный подход предусматривает изучение системы как целого, ее целей и функций в процессе взаимодействия с внешней средой, и в то же время отдельные элементы и связи между ними [9]. Судостроение как отрасль является сложной социально-экономической системой открытого типа, проявляющей свои функции в системе более высокого порядка – экономике страны. В этой связи целесообразно рассматривать выбор инвестиционного проекта круизного судна с системных позиций и выделять заинтересованные стороны и их проблемы [10, 11], а также механизмы прямой и обратной связи между ними, обеспечивающие принятие адекватных управленческих решений и проверку их правильности.

При выборе инвестиционного проекта круизного флота необходимо опираться на указанные принципы и учитывать, с одной стороны, специфику судостроения, с другой стороны, особенности эксплуатации и потребительские свойства сложного технического объекта, каковым является пассажирское судно.

Туристическое назначение круизных судов определяет особые требования к их комфортабельности и эксплуатационным качествам. В судостроительной отрасли и на водном транспорте получила распространение оценка комфортабельности пассажирского судна с помощью шкалы от одной до пяти звезд (по аналогии с гостиничным бизнесом), однако она достаточно условна и не имеет необходимых нормативных и методических оснований.

Эксперт в сфере круизного флота Семин А.А. заявляет, что «критерии, которые позволяют аргументированно судить об уровне комфорта пассажирских судов отсутствуют» [12, 13]. Он отмечает также, что более целесообразно изначально проектировать судно определенной категории комфорта, рассчитанное на запросы конкретной категории пассажиров (имеющих сходные запросы к уровню комфорта, обслуживания и цен на круизные туры), чем располагать на одном судне каюты разной комфортности, как принято в российском круизном бизнесе. Объясняется это тем, что в целом уровень комфорта судна не будет удовлетворять все группы пассажиров (для одних недостаточно, для других избыточно) [13]. Мировая практика также показывает, что более эффективно работают компании, которые ориентируются при проектировании судна на определенную категорию пассажиров (путем формирования соответствующих технико-эксплуатационных характеристик), что позволяет экономить ресурсы при строительстве, эксплуатации судна, организации обслуживания, планировании маршрута и т.д.

Все вышесказанное свидетельствует о недостаточной научной и методической разработке подходов к оценке комфортабельности судна и, в конечном итоге, удовлетворенности потребителей. Таким образом, требуется идентифицировать и классифицировать основные факторы, влияющие на восприятие потребителями качественных характеристик круизного судна.

С позиции проектанта наиболее важными характеристиками пассажирского судна для сравнения различных проектов являются (по мнению инженера-конструктора, автора нескольких инновационных проектов пассажирских судов Фальмонова Е.В.):

«← водоизмещение на одного пассажира, т/пасс.;

- суммарная мощность энергетической установки на одного пассажира кВт/пасс.
- суммарная площадь пассажирских кают по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная площадь общественных помещений по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная площадь жилых помещений экипажа по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная площадь прогулочных палуб по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная площадь помещений камбузного блока по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная площадь помещений энергетической установки по отношению к водоизмещению, м²/т;
- суммарная мощность энергетической установки по отношению к водоизмещению, кВт/т;
- средняя площадь каюты, приходящаяся на одного пассажира, м²/пасс.;
- средняя площадь общественных помещений, приходящаяся на одного пассажира, м²/пасс» [14, с. 18–19]. Некоторые из этих показателей целесообразно использовать для оценки удовлетворенности потребителей, другие же носят технический характер, важный для инженеров-проектировщиков.

Семина А.А. подчеркивает, что «[прежний] подход к проектированию пассажирских круизных судов практически исчерпал себя и выбор главных размерений и характеристик судна необходимо жестко увязывать с его комфортабельностью» [12]. При этом он выделяет два вида комфортабельности – конструктивную и сервисную. К конструктивной относятся факторы, которые «учитываются в процессе проектирования и строительства судна и являются неотъемлемой частью конструкции судна либо поставляются вместе с судном в виде оборудования» [12]. Например, площади кают и общественных пространств, уровень шума, вибрации, планировка помещений и т.п. Сервисная комфортабельность зависит от уровня обслуживания пассажиров.

Отечественные разработки 80-х годов по подходам к проектированию круизных судов представлены в работе группы авторов Ю.А. Будницкого, Г.П. Пилипенко, А.Г. Чукавина, В.С. Петухова [15], в которой выделяется два вида факторов, обеспечивающих соответствующий уровень комфорта на пассажирских круизных судах: физиологические (площадь помещений, шум и вибрация, освещение и т.п.); эмоциональные (сервисное обслуживание пассажиров, питание, дизайн, дополнительные услуги и т.п.) факторы. Сочетанием данных факторов авторы обосновывают деление судов на высококомфортабельные, среднекомфортабельные и умереннокомфортабельные [15]. Однако в настоящее время такая градация не получила широкого применения, хотя могут быть использованы отдельные положения по изучению указанных факторов комфортабельности судна.

В государственном стандарте по речным круизам предусматриваются следующие показатели, отражающие требования к комфортности каюты:

- «– площадь каюты;
- количество мест в каюте;
- наличие одноярусных и двухъярусных спальных мест;
- расположение кают на судне (по отношению к носу/середине/корме судна; на разных палубах);
- наличие (отсутствие) сантехнического оборудования в каюте;
- наличие кондиционера и другого дополнительного оборудования» [16].

Также указываются требования к комплектности оборудования, инвентаря, обеспечению бытовыми условиями. Минимальная площадь кают предусматривается от 3,4 до 6,5 кв.м, что значительно меньше значений, принятых в западных круизных компаниях (от 17 кв.м и более) [17, 18] и в новых отечественных разработках (например, в российском проекте круизного судна PV300 предусмотрена площадь кают от 16 до 43 кв.м [19, с. 181]).

Опираясь на экспертные суждения, можно отметить важность для потребителей круизного судна следующих критериев:

- «размещение пассажиров в каютах;
- номенклатура, местонахождение, конфигурация и вместимость пассажирских кают и общественных помещений;
- соотношение количества кают для пассажиров к общему количеству мест;
- удельная площадь каютного блока на одного пассажира;
- эстетичность и эргономичность оформления помещений;
- наличие устройств и систем, создающих благоприятные условия пребывания на судне,
- предоставление различных услуг» [13],
- «шум, вибрация, качка, обслуживание, качество питания» [13].

Кроме того, для пассажиров важен порядок организации питания – в одну смену предпочтительнее, чем в две смены. Значимым является общественное пространство, приходящееся на одного пассажира и наличие дополнительных услуг (бара, фитнес-зала, бассейна, солярия и т.п.).

Вместе с тем, на организацию круиза огромное влияние оказывают такие эксплуатационные характеристики судна, как габариты и осадка судна, позволяющие повысить возможности выбора различных маршрутов, особенно в местах с ограниченными условиями судоходства [14]. Скорость судна также является критерием, оказывающим влияние на выбор пассажирами круизного продукта.

Некоторые исследования, основанные на опросах потребителей, подтверждают важность указанных критериев. В частности, в работе Безруковой Н.Л. утверждается, что пассажиры почти всех возрастных групп наиболее ценным считают комфорт каюты, затем по значимости выделяется питание и обслуживание [20, с. 194–196] (в т.ч. экскурсионное, которое может быть обеспечено только при соответствии характеристик судна тому или иному маршруту, вызывающему интерес потребителей). В научных трудах ряда зарубежных ученых также подтверждается направленность измерения удовлетворенности в судоходном секторе [21].

Таким образом, с учетом системного подхода на основе проведенного анализа для отражения удовлетворенности потребителей и выполнения их ожиданий предлагается установить критерии, представленные на рисунке 1.



Рис. 1. Показатели удовлетворенности потребителей круизного судна (составлено автором) [22]

На этапе выбора инвестиционного проекта заказчик (инвестор) принимает определенное решение, предполагая, что оно будет способствовать удовлетворению потребителей.

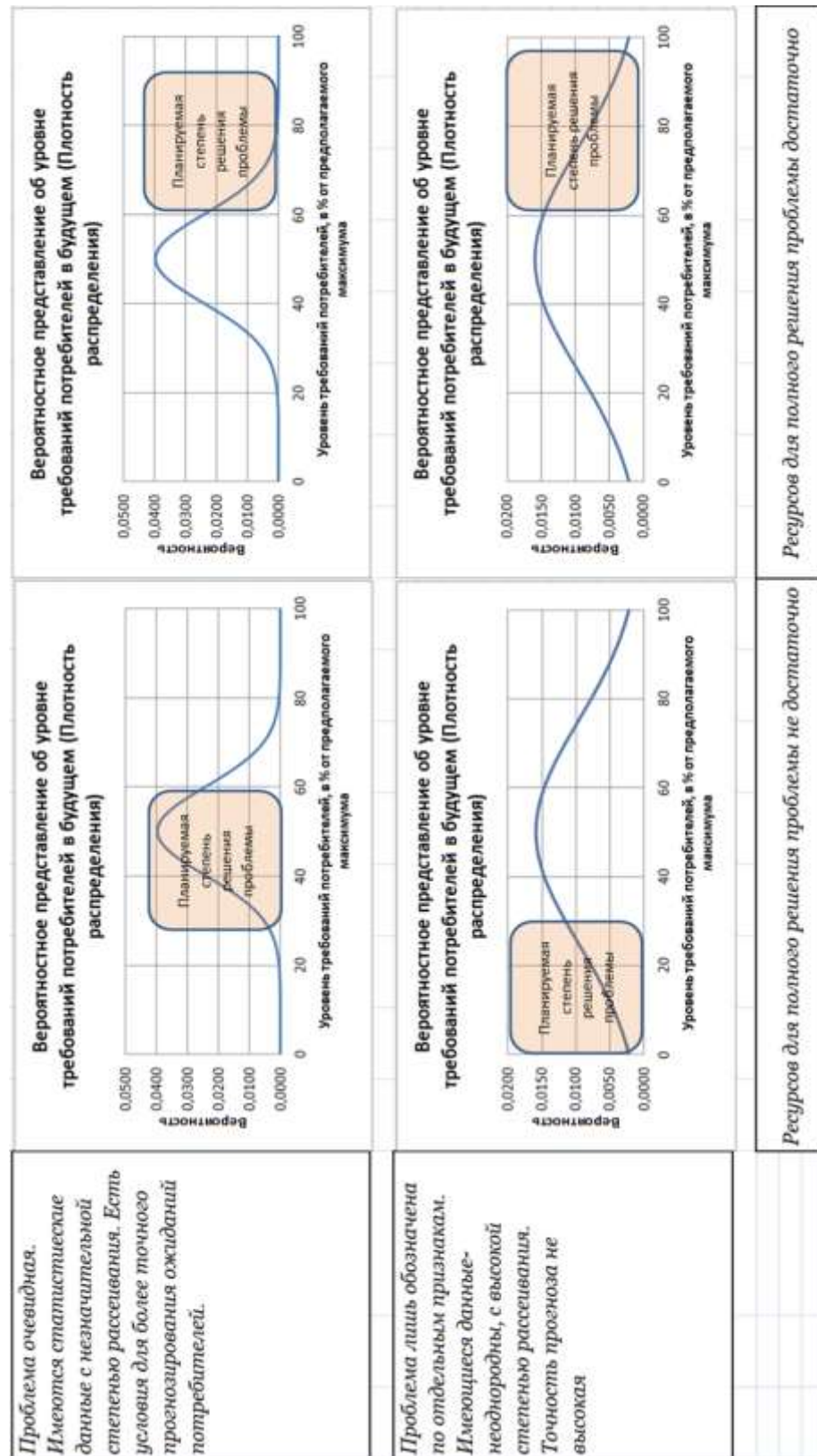


Рис. 2. Оценка представлений об ожиданиях потребителей в матрице проблемных ситуаций (составлено автором)

В матрице проблемных ситуаций, показанной на рис. 2, отражено, каким образом меняются вероятностные представления об уровне требований потребителей в каждом типе ситуации. Планируемая степень решения проблемы будет зависеть, во-первых, от наличия ресурсов у заказчика, во-вторых, от того, насколько ясна проблема.

С позиции системной методологии, как отмечают Т. Саати и К. Кернс, при ограниченных ресурсах требуется направить усилия на управление наиболее важными элементами системы [23, с. 89]. Кроме того, необходимо использовать механизм обратной связи, способный моделировать реакцию системы на изменения внешней среды [23, с. 90].

В ситуациях 1 и 4 имеющиеся ресурсы не позволяют полностью решить проблему, при этом она лишь обозначена по определенным признакам, имеющиеся данные не однородны, с высокой степенью рассеивания; в соответствии с этим точность прогноза невысокая и решение принимается в условиях значительной неопределенности. В ситуациях 2 и 3 при достаточных ресурсах проблема очевидна, имеются статистические данные с незначительной степенью рассеивания; таким образом, имеются условия для более точного прогнозирования ожиданий потребителей, неопределенность снижается по сравнению с другими типами ситуации.

В таблице 1 приведены расчеты распределения степени удовлетворенности (вероятности того, что требования потребителей будут ниже обеспеченных принятым решением проблемы) с использованием нормального закона распределения.

Таблица 1

Распределение степени удовлетворенности

Обеспеченный принятым решением проблемы уровень обеспеченности требований потребителей, %	Параметры распределения для проблемных ситуаций I и IV	Параметры распределения для проблемных ситуаций II и III
	Среднее – 50	Среднее – 50
	Стандартное отклонение – 25	Стандартное отклонение – 10
	Распределение для проблемных ситуаций I и IV	Распределение для проблемных ситуаций II и III
0	0,0228	0,0000
2,5	0,0287	0,0000
5	0,0359	0,0000
7,5	0,0446	0,0000
10	0,0548	0,0000
12,5	0,0668	0,0001
15	0,0808	0,0002
17,5	0,0968	0,0006
20	0,1151	0,0013
22,5	0,1357	0,0030
25	0,1587	0,0062
27,5	0,1841	0,0122
30	0,2119	0,0228
32,5	0,2420	0,0401
35	0,2743	0,0668
37,5	0,3085	0,1056
40	0,3446	0,1587
42,5	0,3821	0,2266
45	0,4207	0,3085

Обеспеченный принятым решением проблемы уровень обеспеченности требований потребителей, %	Параметры распределения для проблемных ситуаций I и IV	Параметры распределения для проблемных ситуаций II и III
	Среднее – 50	Среднее – 50
	Стандартное отклонение – 25	Стандартное отклонение – 10
	Распределение для проблемных ситуаций I и IV	Распределение для проблемных ситуаций II и III
47,5	0,4602	0,4013
50	0,5000	0,5000
52,5	0,5398	0,5987
55	0,5793	0,6915
57,5	0,6179	0,7734
60	0,6554	0,8413
62,5	0,6915	0,8944
65	0,7257	0,9332
67,5	0,7580	0,9599
70	0,7881	0,9772
72,5	0,8159	0,9878
75	0,8413	0,9938
77,5	0,8643	0,9970
80	0,8849	0,9987
82,5	0,9032	0,9994
85	0,9192	0,9998
87,5	0,9332	0,9999
90	0,9452	1,0000
92,5	0,9554	1,0000
95	0,9641	1,0000
97,5	0,9713	1,0000
100	0,9772	1,0000

В соответствии с проведенными ранее исследованиями [24] важно отметить, что для применения критерия удовлетворенности требуется измерить его значимость путем измерения чувствительности данного показателя к изменениям внешней среды в различных ситуациях инвестирования.

Заключение

Сложность измерения удовлетворенности потребителей вызвана многокритериальным характером оценки, которая включает в себя множество параметров, позволяющих лишь в совокупности определить, насколько удовлетворены ожидания потребителей и каков уровень их удовлетворенности.

Важно учитывать, что критерий удовлетворенности характеризуется различными показателями в зависимости от сферы его применения. При оценке удовлетворенности потребителей круизного флота необходимо использовать специфические критерии, отражающие особенности восприятия пассажирами условий комфортности судна, его эксплуатационных характеристик и др.

Таким образом, сформированные в статье показатели удовлетворенности позволяют осуществлять обоснованный выбор инвестиционного проекта пассажирского круизного судна в судостроении.

Список литературы:

- [1] Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: [приказ Госстроя России, Минфина России, Минэкономики России от 21 июня 1999 N BK 477] [Электронный ресурс] // Официальный сайт Консультант Плюс. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=28224&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.04876191854908196#022650388920373166> (Дата обращения: 27.10.2019).
- [2] Manual for Evaluation of Industrial Project // UNIDO, Vienna, 1986. – 152 p.
- [3] ISO 9000:2015. Quality management systems — Fundamentals and vocabulary.
- [4] ISO 10004:2018. Quality management — Customer satisfaction — Guidelines for monitoring and measuring.
- [5] Westland J. The Project Management Life Cycle // London and Philadelphia, Kogan Page, 2006. – 238 p.
- [6] Matsatsinis N., Grigoroudis E. Preference Disaggregation in Multiple Criteria Decision Analysis // Springer, Cham, Switzerland, 2018. – 251 p.
- [7] Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2010). Customer satisfaction evaluation. Methods for measuring and implementing service quality. New York: Springer.
- [8] Arboretti R., Bathke A., Bonnini S., Bordignon P., Carozzo E., Corain L., Salmaso L. Parametric and Nonparametric Statistics for Sample Surveys and Customer Satisfaction Data. // Springer, Cham, Switzerland, 2018. – 84 p.
- [9] Gharajedaghi J. This edition of Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture is published by arrangement with Elsevier INC // Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, 2011 – 343 p.
- [10] Трухинова О.Л. Институциональные проблемы в российском судостроении как социально-экономической системе. В сборнике: Труды 19-го международного научно-промышленного форума «Великие реки-2018» Труды международного научно-промышленного форума. Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов. Нижний Новгород, 2018.
- [11] Трухинова О.Л. Инвестиционный процесс в судостроении с позиции заинтересованных сторон // Мягкие измерения и вычисления. – 2018. – № 2. – С. 39–50.
- [12] Семин А.А. Основы теории комфортабельности пассажирского судна / Интернет-портал «infoflot.ru» / URL: <https://www.infoflotforum.ru/topic/22797-%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B0/> (Дата обращения: 27.10.2019).
- [13] Семин А.А. Речной круизный флот: перспективы и современность / А.А. Семин // Газета «Флот и круизы». – 2006. – № 28. – С. 13–15.
- [14] Фальмонов Е.В. Архитектура – категория экономическая / Е.В. Фальмонов // Речной транспорт (XXI век). – № 2. – 2012. – С. 18–27.
- [15] Будницкий Ю.А. Морские пассажирские суда / Ю.А. Будницкий, Г.П. Пилипенко, А.Г. Чукавин, В.С. Петухов. – Л.: Судостроение. – 1989. – 221 с.
- [16] ГОСТ Р 56221-2014 Туристские услуги. Речные круизы. Общие требования (с Изменением N 1) / Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2015.
- [17] Mein Schiff. Die Kabinen der Mein Schiff. <https://www.tuicruises.com/mein-schiff-herz>
- [18] Saga Cruises. Saga Sapphire cabin grades. URL:<https://travel.saga.co.uk/cruises/ocean/our-ships/saga-sapphire/cabin-grades.aspx>
- [19] Егоров Г.В. Концепт речного круизного пассажирского судна PV300 для замены основной части существующего флота / Г.В. Егоров, И.А. Ильницкий, Я.В. Калутин / Труды Крыловского государственного научного центра. – Крыловский государственный научный центр: Санкт-Петербург – 2018. – № S2. – С. 179–186.
- [20] Безрукова Н.Л. Системный подход к оценке качества речного круизного продукта // Сервис в России и за рубежом. Российский государственный университет туризма и сервиса: Черкизово, Пушкино. – 2016. – № 3 (64). – С. 184-198.
- [21] Grigoroudis, E., Malandrakis, J., Politis, J., & Siskos, Y. (1999a). Customer satisfaction measurement: An application to the Greek shipping sector. In D. K. Despotis & C. Zopounidis, (Eds.), Proceedings of the 5th Decision Sciences Institute's International Conference on Integrating Technology & Human Decisions: Global Bridges into the 21st Century (Vol. 2, pp. 1363–1365). Athens.

[22] Трухинова О.Л. Системный анализ прединвестиционной стадии инвестиционного процесса в судостроении России // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – № 11, том 9 (83). – С. 49-55.

[23] Saaty T.L., Kearns K.P. Analytical Planning. The Organization of Systems // Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt, 1985. – 208 p.

[24] Железнов С.В., Трухинова О.Л. Политика и предпочтения выбора в процессе конкурентного способа размещения заказа // Экономика и предпринимательство. – 2012. – № 2 (25). – С. 269–274.

FORMATION OF A SYSTEM ASSESSMENT OF CUSTOMER SATISFACTION IN THE PROCESS OF CHOOSING AN INVESTMENT CRUISE SHIP

Trukhinova Olga L., Senior lecturer of the Department of Accounting, Analysis and Finance Volga State University of Water Transport
5, Nesterov st, Nizhniy Novgorod, 603951
Senior lecturer of the Department of System Analysis in Economics
Financial University under the Government of the Russian Federation
49, Leningradsky av., Moscow, 125993

Keywords: shipbuilding, cruise fleet, system analysis, customer satisfaction, ship comfort, investment project, multi-criteria choice, a problem situation type, concept of consumer expectations.

Annotation. In the process of choosing an investment project for a cruise ship, there is a problem of systematic assessment of shipbuilding products' customer satisfaction. For its solution, the goal to develop basic approaches to assessing customer requirements satisfaction from a systemic perspective was set. The current procedure for assessing satisfaction is not sufficiently underpinned and structured, based on a variety of disparate indicators that are applied haphazardly. Using the system methodology made it possible to develop a criterion space of customer satisfaction indicators regarding cruise fleet. The features of assessing probabilistic representation of consumer expectations in various types of problem situations formulated by the author were revealed. The research novelty consists in a comprehensive approach to investment choice using the criterion of «satisfaction» alongside with the criteria of «efficiency» and «effectiveness», ranked in accordance with the type of problem situation. It allows to further formalize the algorithm of choosing an investment project. The research results have wide opportunities of practical application in the shipbuilding industry.

References:

[1] Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov. Prikaz Gosstroya Rossii, Minfina Rossii, Minekonomiki Rossii ot 21.01.1999 N VK 477. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=28224&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.04876191854908196#022650388920373166>

[2] Manual for Evaluation of Industrial Project (1986), UNIDO, Vienna. 152 p.

[3] ISO 9000:2015. Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.

[4] ISO 10004:2018. Quality management – Customer satisfaction – Guidelines for monitoring and measuring.

[5] Westland J. The Project Management Life Cycle. London and Philadelphia, Kogan Page, 2006. 238 p.

[6] Matsatsinis N., Grigoroudis E. Preference. Disaggregation in Multiple Criteria Decision Analysis. Springer, Cham, Switzerland, 2018. 251 p.

[7] Grigoroudis E., & Siskos Y. Customer satisfaction evaluation. Methods for measuring and implementing service quality. New York, Springer, 2010.

[8] Arboretti R., Bathke A., Bonnini S., Bordignon P., Carrozzo E., Corain L., Salmaso L. Parametric and Nonparametric Statistics for Sample Surveys and Customer Satisfaction Data. Springer, Cham, Switzerland, 2018. 84 p.

- [9] Gharajedaghi J. This edition of Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture is published by arrangement with Elsevier INC. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, 2011. 343 p.
- [10] Trukhinova O.L. InstitutSIONalnye problemy v rossiyskom sudostroenii kak sotsialno-ekonomicheskoy sisteme. V sbornike: Trudy 19-go mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma «Velikie reki-2018» Trudy mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma. Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatelskogo sostava, aspirantov, spetsialistov i studentov. Nizhniy Novgorod, 2018.
- [12] Semin A.A. Osnovy teorii komfortabelnosti passazhirskogo sudna / Internet-portal «infoflot.ru» / URL: <https://www.infoflotforum.ru/topic/22797-%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B0/>
- [13] Semin A.A. Rechnoy kruiznyy flot: perspektivy i sovremennost. Gazeta «Flot i kruizy». – 2006. – № 28. – pp. 13-15.
- [14] Falmonov Ye.V. Arkhitektura – kategoriya ekonomicheskaya. Rechnoy transport (XXI vek). – № 2. – 2012. – pp. 18-27.
- [15] Budnitskiy, Yu.A., Pilipenko G.P., Chukavin A.G., Petukhov V.S. Morskie passazhirskie suda – L.: Sudostroenie. – 1989. – 221 p.
- [16] GOST R 56221-2014 Turistskie uslugi. Rechnye kruizy. Obshchie trebovaniya (s Izmeneniem N 1) / Ofitsialnoe izdanie. – M.: Standartinform, 2015.
- [17] Mein Schiff. Die Kabinen der Mein Schiff. <https://www.tuicruises.com/mein-schiff-herz>
- [18] Saga Cruises. Saga Sapphire cabin grades. URL:<https://travel.saga.co.uk/cruises/ocean/our-ships/saga-sapphire/cabin-grades.aspx>
- [19] Egorov, G.V. Konzept rechnogo kruiznogo passazhirskogo sudna PV300 dlya zameny osnovnoj chasti sushchestvuyushchego flota / G.V. Egorov, I.A. Il'nickij, YA.V. Kalugin / Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo centra. – Krylovskij gosudarstvennyj nauchnyj centr: Sankt-Peterburg – 2018. – № S2. – pp. 179-186.
- [20] Bezrukova N.L. Sistemnyj podhod k ocenke kachestva rechnogo kruiznogo produkta // Servis v Rossii i za rubezhom. Rossijskij gosudarstvennyj universitet turizma i servisa: CHerkizovo, Pushkino. – 2016. – № 3 (64). – pp. 184-198.
- [21] Grigoroudis, E., Malandrakis, J., Politis, J., & Siskos, Y. (1999a). Customer satisfaction measurement: An application to the Greek shipping sector. In D. K. Despotis & C. Zopounidis, (Eds.), Proceedings of the 5th Decision Sciences Institute's International Conference on Integrating Technology & Human Decisions: Global Bridges into the 21st Century (Vol. 2, pp. 1363–1365). Athens.
- [22] Trukhinova O.L. Sistemnyj analiz predinvesticionnoj stadii investicionnogo processa v sudostroenii Rossii // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya. – 2017. – № 11, tom 9 (83). – pp. 49-55.
- [23] Saaty T.L., Kearns K.P. Analytical Planning. The Organization of Systems // Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt, 1985. – 208 p.
- [24] ZHeleznov S.V., Trukhinova O.L. Politika i predpochteniya vybora v processe konkurentnogo sposoba razmeshcheniya zakaza. Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2012. – № 2 (25). – pp. 269-274.

Статья поступила в редакцию 05.11.2019 г.

Раздел V

**Эксплуатация водного транспорта,
судовождение
и безопасность судоходства**

Section V

***Operation of water transport, navigation
and safety of navigation***



УДК 656.6

Виноградов Владимир Николаевич, д-р техн. наук, профессор кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство»

Ивановский Николай Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство»

Горячев Иван Сергеевич, начальник лоцманской службы (порт Керчь), старший преподаватель кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство»
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА ПРИ ПРОВОДКЕ СУДНА В ЗАДАННОЙ АКВАТОРИИ С УЧЕТОМ ТЕЧЕНИЯ

Ключевые слова: *безопасность судоходства, оценка риска, математическая модель морского судна, автоматическое управление.*

Аннотация: *В статье рассматривается задача синтеза алгоритма управления судном по критерию среднеквадратической величины риска безопасного прохода узкого пролива при наличии течения и проводится последующий его анализ. В качестве примера для синтезированного алгоритма проведено статистическое моделирование расчета риска безопасного прохождения пролива.*

Расчет риска безопасного прохода судна узкого канала проводился при наличии течения для различных случайных параметров. Следует отметить, что даже при максимальном значении отклонений случайных параметров (максимальном риске) система оптимального управления обеспечивает нахождение характеристик движения судна в заданных (безопасных) пределах.

Применение полученных результатов исследований позволит снизить влияние человеческого фактора при принятии решений в задачах, связанных с управлением морским судном. Результаты исследований, приведенные в данной работе, могут быть использованы для построения автоматических систем управления.

Введение

При прохождении судном узкостей при наличии течения последнее оказывает существенное влияние на параметры движения судна. Алгоритм управления судном автоматизированной системой судовождения должен учитывать текущие характеристики течения в проливе (модуль скорости, направления течения). Для разработки оптимальных алгоритмов управления судном необходимо для заданного пролива, типа судна и характеристик течения предварительно рассчитать переносную скорость воды и ускорения (линейные и угловое) вызванные течением и уточнить модель движения судна при наличии течения. В работах [1–3] авторами были разработаны алгоритмы проводки судна в заданной акватории на спокойной воде, которые послужили основой для данного исследования.

Постановка задачи синтеза

Управляемое движение судна в горизонтальной плоскости при наличии течения определяется системой нелинейных уравнений [6]:

– уравнения движения в местной прямоугольной системе координат (МПСК)

$$\frac{dx}{dt} = v_x \cos(\psi) - v_y \sin(\psi) + v_T \cos(\psi_T(x))$$

$$\frac{dy}{dt} = v_x \sin(\psi) + v_y \cos(\psi) + v_T \sin(\psi_T(x))$$

– уравнения движения судна в связанной системе координат (ССК)

$$\frac{dv_x}{dt} = (F_{x1}(v_y, \omega_z) + F_{xg}(v_x, v_y, \omega_z) + F_{xt}(v_x, v_y, \omega_z, \delta) + T_v(v_x, v_y, n_{об})) / m_{11} + a_{xT},$$

$$\frac{dv_y}{dt} = (F_{y1}(v_x, \omega_z) + F_{yg}(v_x, v_y, \omega_z) + F_{yt}(v_x, v_y, \omega_z, \delta)) / m_{22} + a_{yT},$$

$$\frac{d\psi}{dt} = \omega_z,$$

$$\frac{d\omega_z}{dt} = (M_{z1}(v_x, v_y, \omega_z) + M_{zg}(v_x, v_y, \omega_z) + M_{zt}(v_x, v_y, \omega_z, \delta)) / J_z + a_{\omega T},$$

$$X(t_0) = (x(t_0), y(t_0), v_x(t_0), v_y(t_0), \psi(t_0), \omega_z(t_0)), \quad (1)$$

где v_T – модуль скорости течения;

$\psi_T(x)$ – угол курса течения на линии фарватера.

Линейные и угловое ускорения от течения определяются выражениями

$$a_{xT} = -v_T((m_{22}/m_{11}+1)\omega_z - \omega_T)\sin(\psi_T(x) - \psi),$$

$$a_{yT} = -v_T((m_{11}/m_{22}-1)\omega_z + \omega_T)\cos(\psi_T(x) - \psi), \quad (2)$$

$$a_{\omega T} = -v_T(m_{22}-m_{11})(v_y \cos(\psi_T(x) - \psi) - v_x \sin(\psi_T(x) - \psi) - v_T \cos(\psi_T(x) - \psi) \sin(\psi_T(x) - \psi)) / J_z,$$

где ω_T – угловая скорость поворота течения на линии фарватера

$$\omega_T = \frac{d\psi_T(x)}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{d\psi_T(x)}{dx} (v_x \cos(\psi) - v_y \sin(\psi) + v_T \cos(\psi_T(x))) \quad (3)$$

Задача синтеза алгоритма управления судном состоит в том, что в процессе движения судна необходимо по оцениваемым текущим параметрам движения $\hat{X}(t_i) = (\hat{x}(t_i), \hat{y}(t_i), \hat{v}_x(t_i), \hat{v}_y(t_i), \hat{\psi}(t_i), \hat{\omega}_z(t_i))$, (вектора положения, скорости, угловое положение и угловая скорость вращения судна) формировать вектор управляющих воздействий $U(t)$, (команды на угловое положение руля судна) так, чтобы истинные параметры движения судна $X(t) = (x(t), y(t), v_x(t), v_y(t), \psi(t), \omega_z(t))$ возможно точнее воспроизвели желаемые параметры $X_{ж}(t) = (x_{ж}(t), y_{ж}(t), v_{xж}(t), v_{yж}(t), \psi_{ж}(t), \omega_{zж}(t))$ исходя из критерия минимизации величины риска

$$R = \int \left[F(\Delta P) \frac{1}{T} \int_{t_0}^T [\Delta X(\tau) Q(\tau) \Delta X^T(\tau) + q(\tau) \delta(\tau)^2] d\tau \right] d\Delta P,$$

где M – оператор вычисления среднего значения,

$$\Delta X(t) = X_{ж}(t) - X(t),$$

$\delta(\tau)$ – управляющее воздействие на временном интервале управления $t_0 \leq \tau \leq T$.

Задача синтеза решается в предположении, что модель движения судна линеаризована относительно опорного движения, имеются оптимальные линейные оценки параметров судна и текущих параметров движения [2,3], оптимальный алгоритм управления синтезируется в классе линейных алгоритмов [4].

Синтез алгоритма управления

Управляемый случайный процесс $\Delta \hat{X}(t_i) = (X_{ж}(t) - \hat{X}(t_i), P_o - \hat{P}(t_i))$, согласно [2,3], удовлетворяет векторному линеаризованному рекуррентному стохастическому уравнению вида

$$\Delta \hat{X}(t_i) = L_T(t_i, t_{i-1}) \Delta \hat{X}(t_{i-1}) + B(t_i) \Delta U(t_i) + \Sigma(t_i) \xi(t_i), \Delta \hat{X}(t_0) = 0, \quad (4)$$

где матрица перехода $L_T(t_i, t_{i-1})$ с учетом наличия течения определяется выражением

$$L_T(t_i, t_{i-1}) = \begin{bmatrix} I + (A_x(L) + A_{xT}(L))dt, (A_p(L) + A_{pT}(L))dt \\ 0, I \end{bmatrix} \quad (5)$$

Элементы матриц $A_{xT}(\dots)$, $A_{pT}(\dots)$ являются частными производными переносных скоростей воды и ускорений от течения по координатам вектора $X(t)$.

Не нулевые элементы матрицы $A_{xT}(\dots)$ имеют вид

$$\begin{aligned} A_{xT11} &= -v_T \sin(\psi_T(x)) \frac{d\psi_T(x)}{dx}, & A_{xT21} &= v_T \cos(\psi_T(x)) \frac{d\psi_T(x)}{dx} \\ A_{xT31} &= -v_T ((m_{22}/m_{11} + 1)\omega_z - \omega_T) \cos(\psi_T(x) - \psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx} + v_T \sin(\psi_T(x) - \psi) \frac{\partial \omega_T}{\partial x} \\ A_{xT41} &= -v_T ((m_{11}/m_{22} - 1)\omega_z + \omega_T) \sin(\psi_T(x) - \psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx} + v_T \cos(\psi_T(x) - \psi) \frac{\partial \omega_T}{\partial x}, \\ A_{xT33} &= v_T \sin(\psi_T(x) - \psi) \cos(\psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx}, & A_{xT43} &= -v_T \cos(\psi_T(x) - \psi) \cos(\psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx} \\ A_{x34} &= -v_T \sin(\psi_T(x) - \psi) \sin(\psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx}, & A_{x44} &= v_T \cos(\psi_T(x) - \psi) \sin(\psi) \frac{d\psi_T(x)}{dx}, \\ A_{x35} &= -v_T \sin(\psi_T(x) - \psi) (v_x \sin(\psi) + v_y \cos(\psi)) \frac{d\psi_T(x)}{dx} + v_T ((m_{22}/m_{11} + 1)\omega_z - \omega_T) \cos(\psi_T(x) - \psi), \\ A_{x45} &= -v_T \cos(\psi_T(x) - \psi) (v_x \sin(\psi) + v_y \cos(\psi)) \frac{d\psi_T(x)}{dx} - v_T ((m_{11}/m_{22} - 1)\omega_z + \omega_T) \sin(\psi_T(x) - \psi), \\ A_{x36} &= -v_T (m_{22}/m_{11} + 1) \sin(\psi_T(x) - \psi), & A_{x46} &= -v_T (m_{11}/m_{22} - 1) \cos(\psi_T(x) - \psi), \\ A_{xT61} &= v_T (m_{22} - m_{11}) (v_x \sin(\psi_T(x) - \psi) - v_y \cos(\psi_T(x) - \psi) - v_T (1 - 2 \cos^2(\psi_T(x) - \psi))) \frac{d\psi_T(x)}{dx} / J_z, \\ A_{x63} &= v_T (m_{22} - m_{11}) \sin(\psi_T(x) - \psi), & A_{x64} &= -v_T (m_{22} - m_{11}) \cos(\psi_T(x) - \psi), \\ A_{x65} &= v_T (m_{22} - m_{11}) (v_x \cos(\psi_T(x) - \psi) + v_y \sin(\psi_T(x) - \psi) + v_T (\cos^2(\psi_T(x) - \psi) - 1)), \end{aligned}$$

где

$$\frac{\partial \omega_T}{\partial x} = \frac{d^2 \psi_T(x)}{dx^2} (v_x \cos(\psi) - v_y \sin(\psi) + v_T \cos(\psi_T(x)) - v_T \sin(\psi_T(x))) \left(\frac{d\psi_T(x)}{dx} \right)^2 \quad (6)$$

Не нулевые элементы матрицы $A_{pT}(\dots)$ имеют вид

$$\begin{aligned} A_{pT37} &= v_T m_{22} \omega_z \sin(\psi_T(x) - \psi) / m_{11}^2, & A_{pT38} &= -v_T \omega_z \sin(\psi_T(x) - \psi) / m_{11} \\ A_{pT47} &= -v_T \omega_z \cos(\psi_T(x) - \psi) / m_{22}, & A_{pT48} &= v_T m_{11} \omega_z \cos(\psi_T(x) - \psi) / m_{22}^2 \\ A_{pT67} &= v_T (v_y \cos(\psi_T(x) - \psi) - v_x \sin(\psi_T(x) - \psi) - v_T^* \cos(\psi_T(x) - \psi) \sin(\psi_T(x) - \psi)) / J_z, \end{aligned}$$

$$A_{pT68} = -A_{pT67}, A_{pT69} = -a\omega_T J_z. \quad (7)$$

Для решения задачи синтеза будем использовать метод динамического программирования Беллмана Р. [5], применительно к линеаризованным стохастическим процессам [4]. Оптимальный вектор управляющих воздействий определяется выражением

$$U^*(t_i) = U_0(t_i) + S_T(t_i) \Delta \hat{X}_r(t_i). \quad (8)$$

Матрица коэффициентов усиления управляющего устройства $S_T(t_i)$ определяется через матрицу функции Беллмана $R_T(t_{i+1})$ выражением

$$S_T(t_i) = -(G(t_i) + B^T(t_i)R_T(t_{i+1})B(t_i))^{-1}B^T(t_i)R_T(t_{i+1})L_T(t_{i+1},t_i), \quad (9)$$

матрица $R_T(t_{i+1})$ удовлетворяет рекуррентному уравнению

$$R_T(t_i) = L_T^T(t_{i+1},t_i)R_T(t_{i+1})L_T(t_{i+1},t_i) + Q(t_i) - S_T^T(t_i)(G(t_i) + B^T(t_i)R_T(t_{i+1})B(t_i))S_T(t_i), \quad (10)$$

при граничном условии $R_T(T) = 0$.

Анализ точности алгоритма управления

Анализ точности алгоритмов проводился методом статистического моделирования для судна типа «Волга-Балт» при проходе Керченского – Еникальского канала при двух вариантах течения:

Вариант № 1 – течение помогающее проходу пролива

- модуль вектора скорости течения $v_T=1$ м/с,
- угол курса течения $\psi_T(x) = -0.0006181$ x [рад].

Вариант № 2 – течение мешающее проходу пролива

- модуль вектора скорости течения $v_T=0.5$ м/с,
- угол курса течения $\psi_T(x) = 0.0006181$ x [рад].

Параметры и характеристики движения судна определялись в соответствии с [7].

В качестве управляющего воздействия рассматривалось угловое положение руля судна $U(t) = \delta(t)$, число оборотов двигателя судна считалось постоянным ($n_{об} = 3,5$ об/с). В качестве риска управления при проходе узкого пролива рассматривался

$$R_U = \int_{t_0}^T [q_{22}(y_{ж}(\tau) - \hat{y}(\tau))^2 + q_{44}(v_{yж}(\tau) - \hat{v}_y(\tau))^2 + q_{55}(\psi_{ж}(\tau) - \hat{\psi}(\tau))^2 + g\delta^2(\tau)] d\tau \quad (11)$$

где $q_{22} = 0.04$ [1/м²], $q_{44} = 100$ [м²/с²], $q_{55} = 3600$ [1/рад²], $g = 4$ [1/рад²].

Оптимальное угловое положение руля судна формировалось согласно выражению

$$\delta(t) = \delta_0(t) + s_2(t)(y_{ж}(t) - \hat{y}(t)) + s_4(t)(v_{yж}(t) - \hat{v}_y(t)) + s_5(t)(\psi_{ж}(t) - \hat{\psi}(t)). \quad (12)$$

На рис. 1–3 приведены коэффициенты усиления оптимального алгоритма управления судном при проходе узкого пролива при наличии течения (красный цвет Вариант №1).

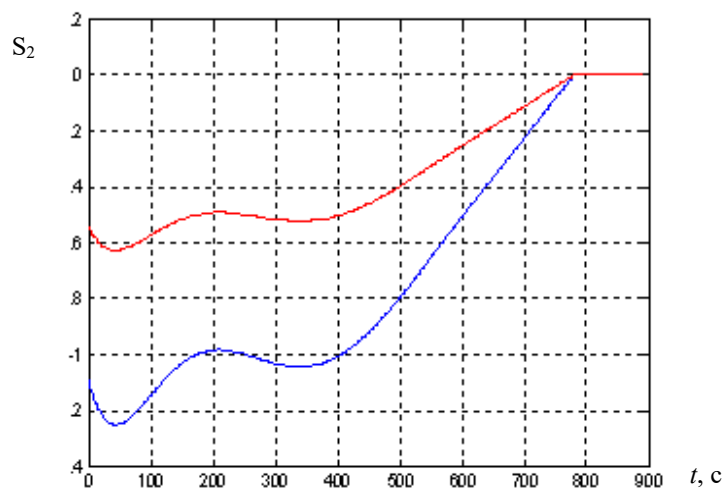


Рис. 1. Коэффициент усиления по положению
Figure 1 – Gain of the position

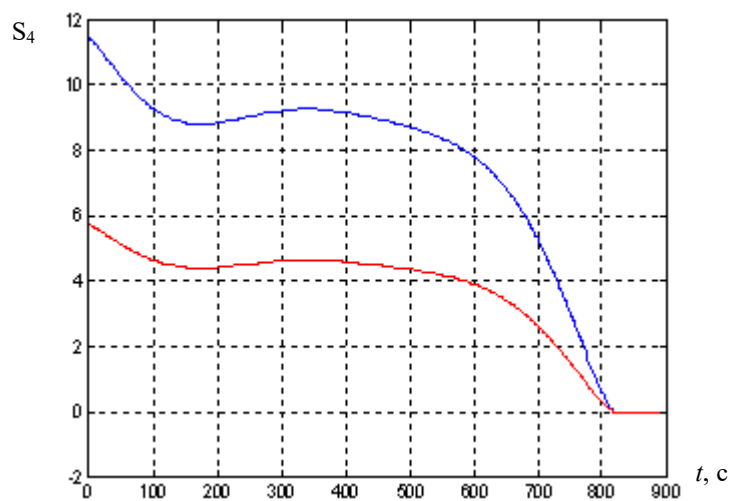


Рис. 2. Коэффициент усиления по скорости
Figure 2 – The gain in speed

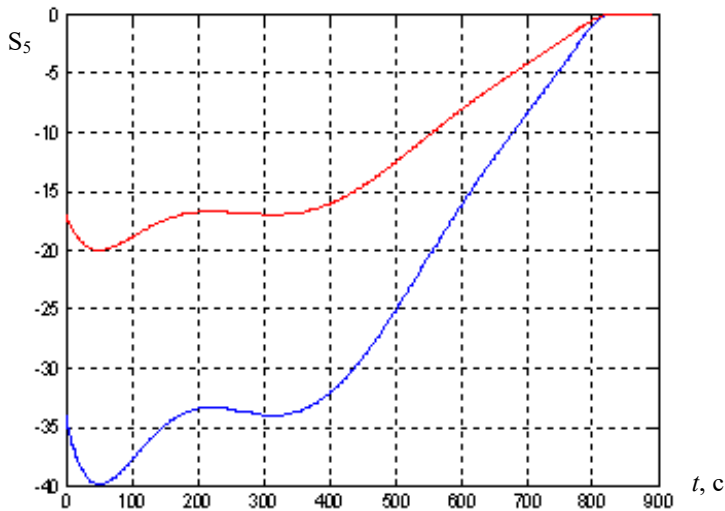


Рис. 3. Коэффициент усиления по курсу
Figure 3 – Gain at the rate

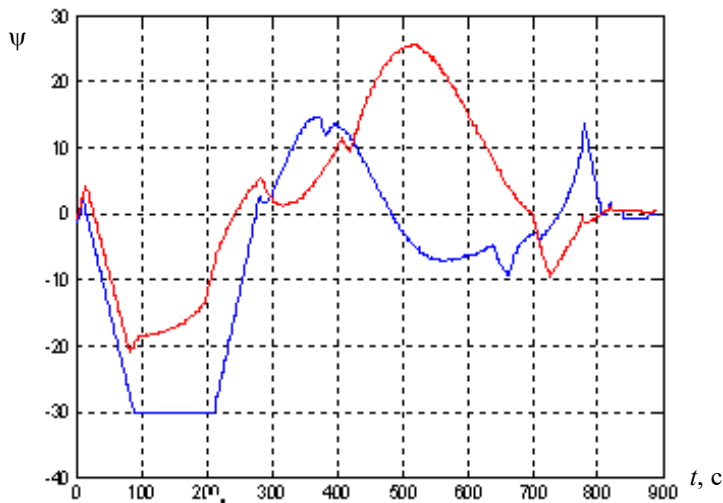


Рис. 4. Угол перекладки руля
Figure 4 – steering angle

Расчет риска безопасного прохода узкого канала при наличии течения проводился для 10% значения отклонений случайных параметров $P = [m_{11}, m_{22}, J_z]$ от расчетных методом статистического моделирования и определялась гистограмма риска и её аппроксимация дифференциальным законом распределения Вейбулла.

На рис. 5–7 приведены гистограммы рисков и соответствующие им интегральные законы распределения Вейбулла. На Рис. 8 приведены траектории судна прохода Керченского – Еникальского канала при двух вариантах течения.

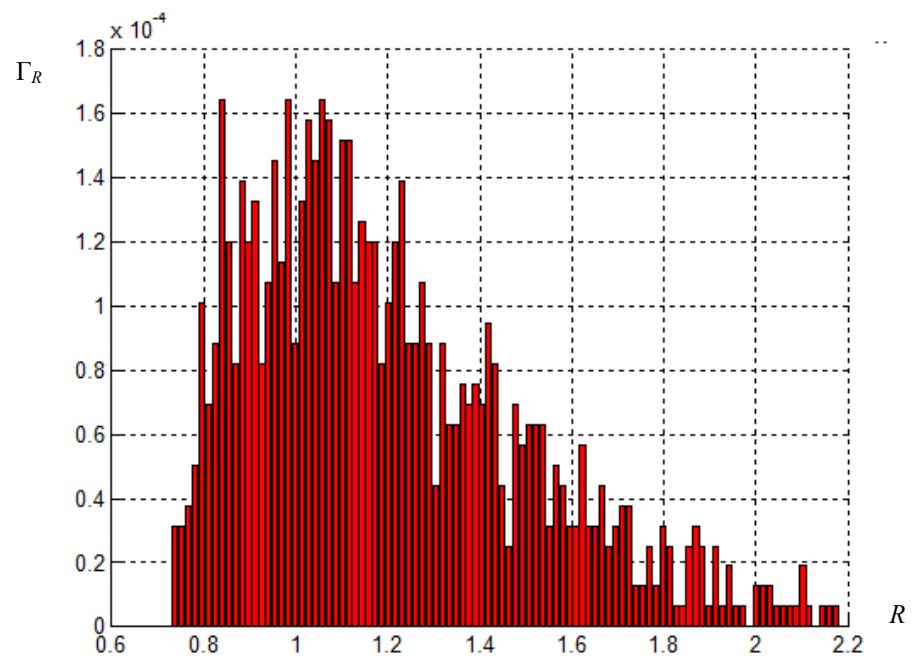


Рис. 5. Гистограмма риска Figure 5 – Histogram of risk

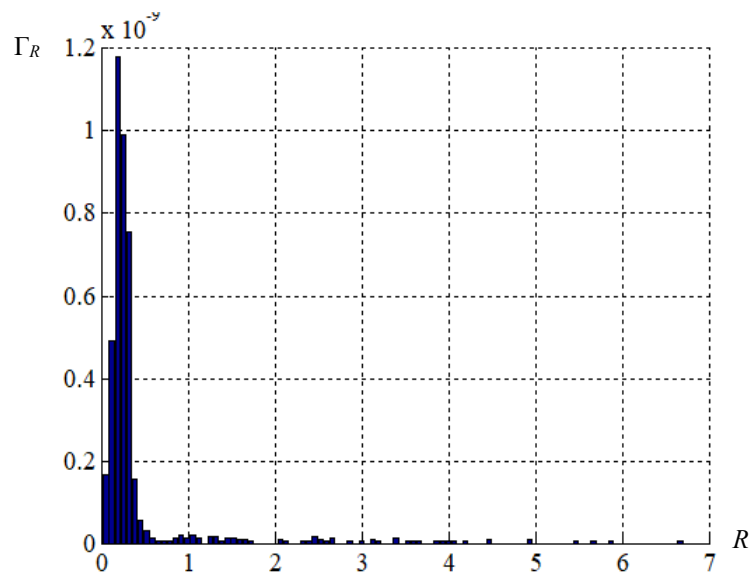


Рис. 6. Гистограмма риска
Figure 5 – Histogram of risk

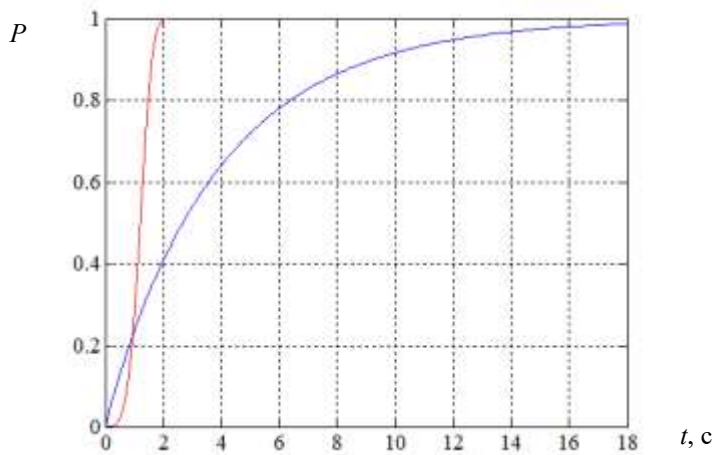


Рис. 7. Интегральные законы Вейбулла рисков
Figure 7 – Integral Weibull laws

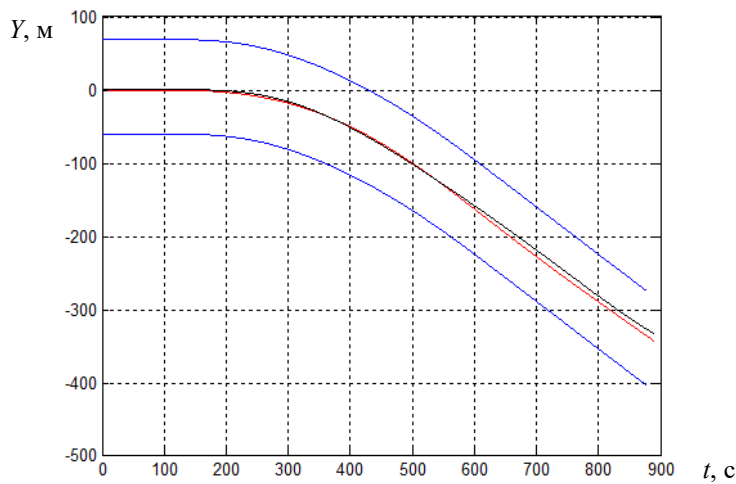


Рис. 8. Траектории судна при различном течении
Figure 8 – Trajectory of the vessel at different current

В работе проводился также анализ выхода наиболее выступающей габаритной точки судна [7], [11], [12], за пределы полосы фарватера 30 м при половине ширины пролива 60 м.

Текущее расстояние между габаритной точкой судна и линией фарватера вычислялась по приближенной формуле

$$l_{гр}(t) = y_{ж}(t) - y(t) + (L \sin(|\Psi_{ж}(t) - \hat{\psi}(t)|) + B \cos(\Psi_{ж}(t) - \hat{\psi}(t))) \text{sign}(y_{ж}(t) - y(t)), \quad (13)$$

где L и B длина и ширина судна.

Анализ показал, что при риске $R \leq 20000$ с наиболее выступающая габаритная точка судна всегда находится внутри полосы фарватера 30 м.

Выводы

В статье получено решение задачи синтеза алгоритма управления судном при прохождении узких проливов при наличии различных течений. Для синтезированного

алгоритма проведено статистическое моделирование расчета риска безопасного прохождения пролива. Так, например, вероятность безопасного прохода Керченского – Еникальского канала судном типа «Волга-Балт» при отклонении вектора случайных параметров $P=[m_{11}, m_{22}, J_{zp}]$ от расчетных до 10%, составляет для вариантов течения №1,2, соответственно, 0.995 и 0.826.

Список литературы:

- [1] Виноградов В.Н., Ивановский Н.В. Синтез алгоритма управления судном автоматизированной системой судовождения по критерию безопасного прохода узких проливов. Журнал Вестник. Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Н. Новгород, 2019.
- [2] Виноградов В.Н., Ивановский Н.В., Новоселов Д.А. Анализ влияния случайных параметров судна на управляемость и безопасность. Журнал Вестник. Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 55. Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Н. Новгород, 2018.
- [3] Виноградов В.Н., Ивановский Н.В. Синтез алгоритмов идентификации случайных параметров и оценивания характеристик движения судна. Журнал Вестник. Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Н. Новгород, 2018.
- [4] Виноградов В.Н. Корреляционная теория фильтрации и управления многомерными случайными процессами. М: Красанд. 2011.
- [5] Беллман Р. Динамическое программирование /Пер. с англ. под ред. Н. Н. Воробьева. М..1960.
- [6] Справочник по теории корабля. Т.3. Под редакцией Я.И. Войткуновского. Л: «Судостроение», 1985.
- [7] Мореходные таблицы. Санкт-Петербург, 2002.
- [8] Fossen, Thor I., Guidance and Control of Ocean Marine Vehicles. John Wiley and Sons Ltd. New York, 1994.
- [9] Ruoshi Cha, Decheng Wan, Numerical Investigation of Motion Response of Two Model Ships in Regular Waves. Procedia Engineering, Volume 116, 2015, pp. 20-31. DOI:10.1016/j.proeng.2015.08.260
- [10] Kramar V. Investigation of Changes and Development of Mathematical Model for a Drilling Vessel. Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium, pp.0049-0055, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-07-5, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI:10.2507/26th.daaam.proceedings.007
- [11] Maltsev A.S. Five steps to assure navigational safety.//Collection of IAMU scientific works. –Dalian.: Maritime University Press. -2006. - P. 170–179.
- [12] Maltsev A.S. The ways of Enhancing the safety of Navigation// Thesis of the third General assembly of IAMU //Rock port, USA.2002. Sec. II A –p. 16–26.

**SYNTHESIS OF THE VESSEL TRAFFIC CONTROL
ALGORITHM IN SPECIFIED WATERS
BASED ON THE CURRENT**

Vinogradov Vladimir N., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the chair «Navigation and industrial fishing»

Ivanovsky Nikolay V., Candidate of Engineering Sciences, associate Professor of the chair «Navigation and industrial fishing»

Goryatchev Ivan S., the head of the pilot service (the Kerch port), Senior lecturer of the department «Navigation and industrial fishing»

Kerch State Maritime Technological University

82, Ordzhonikidze st, Kerch, 298309, Republic of Crimea

Keywords: safety of navigation, risk assessment, mathematical model of a marine vessel, automatic control.

The article considers the problem of synthesis of the ship control algorithm according to the criterion of the RMS value of the risk of safe passage through a narrow strait in conditions of

a current, and its subsequent analysis is carried out. As an example, for the synthesized algorithm the statistical modeling of calculation of safe strait passage risk was performed. The calculation of safe narrow strait passage risk was carried out for various random parameters in conditions of a current. It should be noted that even with the maximum value of random parameters divergence (maximum risk), the optimal control system ensures that the vessel's traffic characteristics are found within the specified (safe) limits.

The application of the obtained research results will reduce the human factor impact on decision - making in solving the tasks of navigating a marine vessel. The research results given in this paper can be used to design automatic control systems.

References:

- [1] Vinogradov V.N., Ivanovsky N.V. Synthesis of ship control algorithm by automated navigation system according to the criterion of safe passage of narrow Straits. The Journal Gazette. Volga state Academy of water transport. Issue.... Publishing house of the «of UGUST» N. Novgorod, 2019.
- [2] V.N. Vinogradov, N.V. Ivanovsky, D.A. Novoselov. Analysis of the influence of random parameters of the vessel on handling and safety. The Journal Gazette. Volga state Academy of water transport. Issue 55. Publishing house of the "of UGUST» N. Novgorod, 2018.
- [3] Vinogradov V.N., Ivanovsky N.V. Synthesis of algorithms for identification of random parameters and estimation of vessel motion characteristics. The Journal Gazette. Volga state Academy of water transport. Issue Publishing house FGBOU VO «of UGUST» N. Novgorod, 2018.
- [4] V.N. Vinogradov. Correlation theory of filtration and control of multidimensional random processes. M: Krasand. 2011.
- [5] Bellman R. Dynamic programming./Per. from English. under. ed. M..1960.
- [6] Handbook of ship theory.Vol. 3.Edited by Y. I. Vaitkuskas. L: «Shipbuilding», 1985.
- [7] Nautical tables. Saint-Petersburg, 2002.
- [8] Fossen, Thor I.,Guidance and Control of Ocean Marine Vehicles. John Wiley and Sons Ltd.New York, 1994.
- [9] Ruoshi Cha, Decheng Wan, Numerical Investigation of Motion Response of Two Model Ships in Regular Waves. Procedia Engineering, Volume 116, 2015, pp. 20-31. DOI:10.1016/j.proeng.2015.08.260
- [10] Kramar V. Investigation of Changes and Development of Mathematical Model for a Drilling Vessel. Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium, pp.0049-0055,B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-07-5, ISSN 1726-9679, Vienna, AustriaDOI:10.2507/26th.daaam.proceedings.007
- [11] Maltsev A.S. Five steps to assure navigational safety.//Collection of IAMU scientific works. –Dalian.: Maritime University Press. -2006. - P. 170–179.
- [12] Maltsev A.S. The ways of Enhancing the safety of Navigation// Thesis of the third General assembly of IAMU //Rock port, USA.2002. Sec. II A –p. 16–26.

Статья поступила в редакцию 11.10.2019 г.

УДК 659.62

*Лобанов Василий Алексеевич, д.т.н., профессор кафедры Судовождения и безопасности судоходства, доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»),
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.*

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И ПОСАДКИ СУДНА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЬДОВ В ЗОНЕ ЕГО ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА

Ключевые слова: форма корпуса судна, посадка судна, движительно-рулевой комплекс, ледовые условия, ледовый канал, САЕ-система, конечноэлементное моделирование.

Аннотация. В статье с применением САЕ-технологий исследован характер взаимодействия корпуса подвижного судна с мелкобитыми и тёртыми льдами различной толщины и сплочённости в ледовом канале. Основное внимание уделено изучению распределения льдов в районе традиционного расположения движительно-рулевого комплекса при варьировании габаритов, обводов корпуса и вариантов посадки судна. Отмечены качественные особенности такого взаимодействия судна с водолеяной средой. Проведён статистический анализ полученных экспериментальных данных по оценке влияния конструктивных, динамических и ледовых факторов на сплочённость льдов в зоне их контакта с движительно-рулевым комплексом. Дан количественный прогноз такого влияния в виде многофакторного уравнения регрессии.

Введение

Пропульсивный потенциал движительно-рулевого комплекса (ДРК) определяет ходовые и маневренные качества судна. Его корректная оценка для ледовых условий эксплуатации требует учёта состояния водолеяной среды в районе потенциального контакта с ней судового ДРК. Как показывают натурные ледовые испытания флота и модельные эксперименты, это состояние (толщина, сплочённость и раздробленность льдов) зависит от множества факторов. В их ряду следует выделить наиболее значимые: характеристики преодолеваемого ледяного покрова; размеры, форма, посадка и скорость хода судна; расположение его ДРК [1–15].

Научно-техническая деятельность автора связана с оценками ледовых качеств судов внутреннего и смешанного река-море плавания. Подавляющая часть ледовокатегорийного флота данной группы в соответствии с требованиями классификационных обществ имеет неарктический уровень «Ice-1» («Лёд-40»). Выполнение этих требований подразумевает безопасную ледовую эксплуатацию таких судов лишь в *мелкобитых и тёртых* льдах толщиной до полуметра. Современный состав этого флота отличает многообразие форм обводов и главных размерений при традиционном (кормовом) расположении ДРК. В качестве последнего активно применяются комплексы «винт-руль», «винт-поворотная насадка», сочетания «винт-руль-насадка», винторулевые колонки (ВРК, азимутальные комплексы) как с открытыми винтами, так и с винтами в насадках. Характер «обтекания» корпусов судов *исследуемой* водолеяной средой и её последующего взаимодействия с упомянутыми ДРК индивидуален и к настоящему времени недостаточно изучен, что ограничивает степень достоверности прогноза их ледовых качеств.

Сохраняющейся потребности в решении частных задач ледового судоходства препятствует невозможность постановки в настоящее время полномасштабных натурных

испытаний флота. В ряде случаев как альтернативу натуре в качестве репрезентативного источника данных можно рекомендовать модельный эксперимент в опытовых ледовых бассейнах. Однако один из основных недостатков реального моделирования – несовершенство модельного ледяного покрова не позволяет обеспечить эффект «полного подобия» модели и природы (и, особенно, при изучении контакта гребных винтов со льдом). Невозможность разделения гидродинамического и ледового воздействия на корпус судна и его ДРК, выявления составляющих ледовых нагрузок (на корпусе, двигателях, рулях, насадках) также является значимым ограничением получения достоверной информации в обоих вышеупомянутых случаях.

Опыт автора продемонстрировал, что недостаток надёжных натуральных или эмпирических данных во многих случаях восполним реализацией виртуального эксперимента с использованием CAE-технологий [11–13, 16]. Ниже это проиллюстрировано итогами очередной серии CAE-ледовых буксировочных испытаний судов различного формообразования и вариантов их посадки.

Моделирование

Теоретические основы CAE-моделирования ледовогидродинамического воздействия на конструкции судового корпуса и ДРК (формулировки и типы конечных элементов, реология материалов, алгоритмы контактных взаимодействий, приёмы формирования геометрии конструкций и генерация конечноэлементных сеток для них, начальные и граничные условия, способы уменьшения ресурсозатратности задач) разработаны и апробированы автором в серии публикаций, посвящённых решению ряда проблем ледового судоходства [11–13]. Для значительного ускорения построения обводов судовых корпусов с заданными характеристиками автором использована MATHCAD-среда согласно рекомендациям работы [17].

Приведённый ниже анализ выполнен по результатам CAE-испытаний судов при варьировании их формы и посадки в различных динамических и ледовых условиях (Табл. 1).

Таблица 1

Расчётные характеристики судна и ледяного покрова

Параметр	Единица измерения	Интервал варьирования
Длина судна	м	80-140
Ширина судна	м	10,0-16,5
Осадка судна	м	1,5-4,0
Коэффициент полноты водоизмещения носовой половины судна		0,62-0,93
*Наклон форштевня к вертикали на действующей ватерлинии	градус	(-10)-(+56)
Наклон действующей ватерлинии к диаметральной плоскости (ДП) судна на первом теоретическом шпангоуте	градус	20-40
Форма корпуса судна		Традиционная, острый носовой бульб, тупой носовой бульб
Относительная длина ледового канала	Длина судна	3,0-3,5
Относительная ширина ледового канала	Ширина судна	2,5-3,0
Толщина льда	м	0,2-0,5
Сплочённость льда		0,9-1,0
Раздробленность льда		Мелкобитый и тёртый
Скорость движения судна	м/с	1,0-3,5

Примечание.

* – отрицательные значения наклона форштевня к вертикали актуальны только для судна с тупым носовым бульбом.

Примеры начального состояния модели показаны на рис. 1.

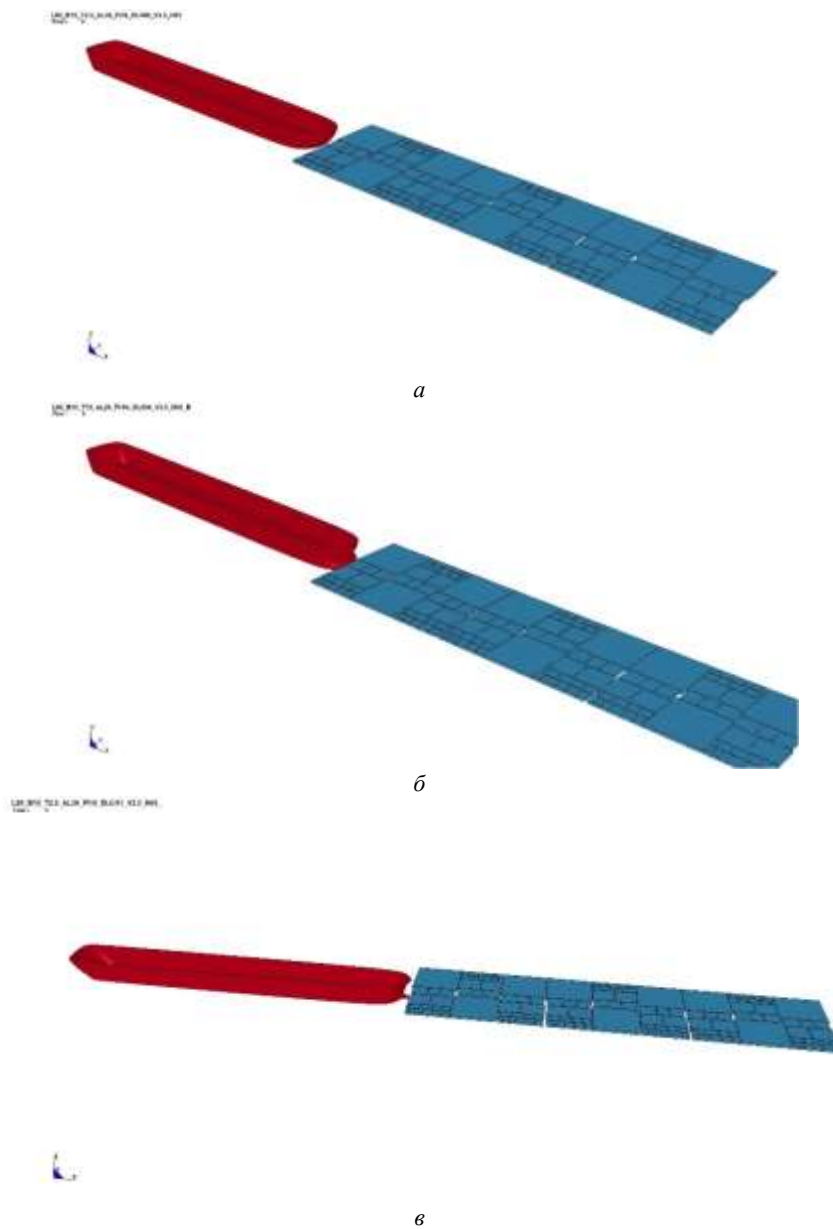
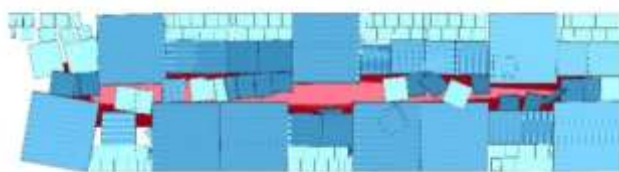


Рис. 1. Примеры исходной модели: а – традиционная форма судна, б – судно с тупым носовым бульбом, в – судно с острым носовым бульбом

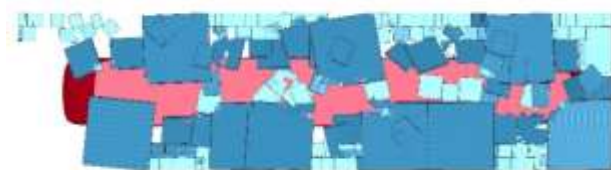
Действие судового ДРК и гидродинамические нагрузки на корпус судна и ледяной покров были заданы узловыми силами в соответствии с рекомендациями работ [11–13].

Анализ характера ледового «обтекания»

В ряде предыдущих публикаций автором был проведён САЕ-анализ пропульсивных и рулевых качеств основных видов ДРК исследуемой группы флота в условиях мелкобитых и тёртых льдов [11–13]. При этом статистическая обработка полученных данных выявила значимую корреляцию между результирующим ледовым упором (рулевой силой) любого ДРК и основными характеристиками ледяной среды – толщиной, раздробленностью и сплочённостью льдов в зоне контакта. И, если два первых ледовых параметра *зоны контакта* допустимо принять эквивалентными соответствующим характеристикам *преодолеваемого ледяного покрова*, то последний будет полностью определять характер «обтекания» корпуса судна водо-ледяной средой. Это убедительно иллюстрируют результаты САЕ-моделирования, полученные в рамках настоящей работы (Рис. 2).



а



б



в

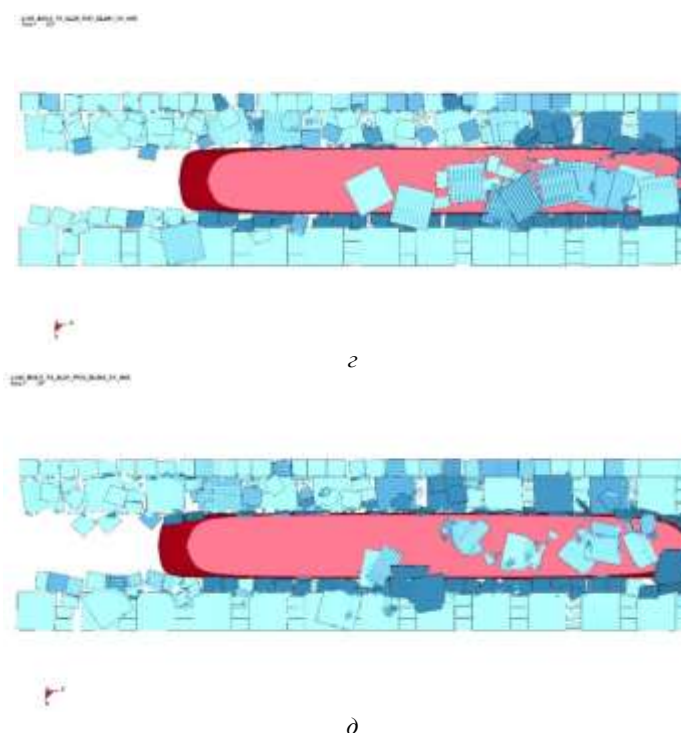


Рис. 2. Характер «обтекания» ледяной средой судовых корпусов различных габаритов и форм: а – V-U-образная форма судна; длина 80 м; ширина 10 м; осадка 1,5 м; коэффициент носовой полноты водоизмещения 0,62; угол наклона форштевня 16 градусов; угол наклона ватерлинии 30 градусов; б – традиционная форма судна; длина 80 м; ширина 10 м; осадка 1,5 м; коэффициент носовой полноты водоизмещения 0,91; угол наклона форштевня 16 градусов; угол наклона ватерлинии 38 градусов; в – судно с тупым носовым бульбом; длина 80 м; ширина 10 м; осадка 1,5 м; коэффициент носовой полноты водоизмещения 0,94; угол наклона форштевня – 64 градуса; угол наклона ватерлинии 29 градусов; г – традиционная форма судна; длина 140 м; ширина 16,5 м; осадка 4 м; коэффициент носовой полноты водоизмещения 0,91; угол наклона форштевня 47 градусов; угол наклона ватерлинии 20 градусов; д – традиционная форма судна; длина 140 м; ширина 16,5 м; осадка 4 м; коэффициент носовой полноты водоизмещения 0,93; угол наклона форштевня 10 градусов; угол наклона ватерлинии 21 градус

Первичный качественный анализ результатов САЕ-симуляции (Рис. 2) позволяет сделать предположение о преобладающем влиянии формообразования судна (и, в первую очередь, носовых обводов) на характер «обтекания» корпуса мелкобитыми и тёртыми льдами и, следовательно, на количество льда, попадающего в зону его возможного контакта с ДРК.

Последующая статистическая обработка данных САЕ-экспериментов проводилась для выявления адекватного многофакторного уравнения регрессии. При этом в качестве отклика целевой математической модели была установлена степень сплочённости льдов в зоне расположения ДРК судна (кормовая часть). В перечне факторов первоначально рассматривались следующие аргументы: длина, ширина, осадка судна; коэффициент полноты водоизмещения носовой половины судна; наклон форштевня к вертикали; наклон ватерлинии к ДП судна на первом теоретическом шпангоуте; толщина, сплочённость и раздробленность преодолеваемого ледяного покрова; характеристики ледового канала; скорость движения судна. Регрессионный анализ с использованием пошагового

метода включения/исключения факторов и их взаимодействий (метод Ефроймсона [18]) обнаружил в качестве значимой следующую статистическую связь:

$$C(L, B, T, \delta, \varphi, \alpha, V) = 4,824 \cdot 10^{-2} \cdot \varphi + 5,654 \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot V - \\ - 5,0754 \cdot 10^{-2} \cdot B \cdot \delta - 5,499 \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot \varphi - 3,544 \cdot 10^{-4} \cdot \varphi^2 - \\ - 3,44 \cdot 10^{-4} \cdot \varphi \cdot \alpha - 1,17 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha \cdot V + 0,818 \quad (1)$$

где $C(L, B, T, \delta, \varphi, \alpha, V)$ – сплочённость льдов в зоне их контакта с ДРК как многофакторная функция;

L – длина судна по действующей ватерлинии, м;

B – ширина судна по действующей ватерлинии, м;

T – действующая осадка судна, м;

δ – коэффициент полноты действующего водоизмещения носовой части судна (от миделя в нос);

φ – угол наклона форштевня к вертикали на действующей ватерлинии, градус;

α – угол наклона действующей ватерлинии в точке первого теоретического шпангоута к ДП судна, градус;

V – скорость движения судна, м/с.

На уровне значимости 0,05 зависимость (1) обеспечила коэффициент множественной корреляции 0,96. Качественно это иллюстрирует диагональная диаграмма статистической связи эмпирических и расчётных значений сплочённости льда в зоне нахождения судового ДРК (Рис. 3).

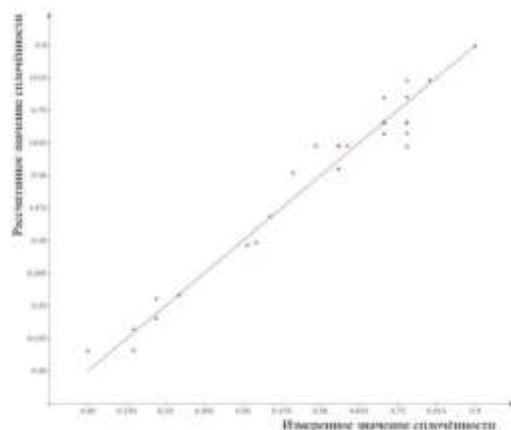


Рис. 3. Диагональная диаграмма статистической связи эмпирических и расчётных значений сплочённости льда

Анализ составляющих формулы (1) показывает, что подавляющее большинство значимых факторов (шесть из семи включённых) относимы к описанию формообразования судна. Это дополнительно подтверждает сделанное выше предположение о преобладающем влиянии обводов корпуса на распределение мелкобитых и тёртых льдов в зоне кормового расположения ДРК судна. Следует отметить, что большая часть этих факторов функционально выражена в их взаимодействиях. В «чистом» виде присутствует только угол наклона форштевня к вертикали на действующей ватерлинии. Он же в качестве единственного придаёт нелинейность зависимости (1).

При этом необходимо указать на то, что факторы формы нельзя признать независимыми переменными, так как в уравнении (1) они характеризуют *погруженную* часть судна (*действующее* водоизмещение). Изменение любого параметра из этого перечня

включёт за собой корректировку ряда других (а, возможно, и всех). В данном случае в качестве комплексного независимого переменного формы выступает случайная совокупность факторов формы в их исследованных вариационных интервалах.

Единственным значимым «внешним» фактором (во взаимодействии с некоторыми параметрами формы) оставлена скорость движения судна, обеспечивающая в реальном диапазоне её значений линейное изменение сплочённости льдов в районе ДРК в интервале не более 1,5 баллов.

Параметры ледяного покрова (в том числе толщина и сплочённость) не вошли в перечень значимых факторов зависимости (1). Объяснением тому, по-видимому, служит относительно узкий диапазон их варьирования (в пределах допустимых величин по условиям безопасности плавания и реальных размеров ледового канала).

Выводы

1. При невозможности проведения натуральных ледовых испытаний судов надёжной альтернативой оценки их ледовых качеств остаётся модельный эксперимент (в том числе и виртуальный).

2. Преобладающее влияние на распределение мелкобитых и тёртых льдов в зоне кормового расположения ДРК судна оказывает форма обводов корпуса.

3. Единственным значимым «внешним» фактором этого распределения является скорость движения судна.

Список литературы:

- [1] Akihisa Konno, Akihiro Nakane, Satoshi Kanamori. Validation of numerical estimation of brash ice channel resistance with model test. Proceedings of the 22 International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. June 9-13, 2013, Espoo, Finland. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2013/pdf/POAC13_143.pdf
- [2] Alexey Dobrodeev, Kirill Sazonov, Alexander Andryushin, Sergey Fedoseev, Sergey Gavrilov. Experimental Studies of Ice Loads on Pod Propulsors of IceGoing Support Ships. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_031_Dobrodeev.pdf
- [3] Cheol ho Ryu, Hyun Soo Kim, Kyung Duk Park, Chun Ju Lee, Jae-Moon Lew. Development of ice resistance estimation system using empirical formula. Proceedings of the 22nd International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 9-13, 2013, Espoo, Finland. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2013/pdf/POAC13_037.pdf
- [4] Hyoil Kim, Namkyun Im, Junji Sawamura. Experimental and Numerical Investigation of Ship-Ice Interactions in Pack Ice. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_111_Hyoil.pdf
- [5] Junji Sawamura, Ryouhei Kikuzawa, Takashi Tachibana, Masaya Kunigita. Numerical investigation of the ice Force Distribution around the Ship Hull in level Ice. Proceedings of the 21 International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. July 10-14, 2011, Montreal, Canada. – Access mode: <http://www.poac.com/PapersOnline.html>
- [6] Kyung-Duk Park, Donghyeong Ko. New Ice Resistance Evaluation Technique Considering Hull form and Icebreaking Pattern for Arctic Vessels. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_064_Kyung-Duk.pdf
- [7] Michael Lau. Friction Correction for Model Ship Resistance and Propulsion Tests in Ice. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_125_Michael.pdf
- [8] Seong-Yeob Jeong, Jeong-Gil Yum, Eun-Jee Cheon, Kyungsik Choi. Ice Load Characteristics on a Model Ship Hull Installed with Tactile Sensor Panels. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_151_Eun-Jee.pdf
- [9] Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. 2 издание, исправленное. – СПб.: Судостроение, 2014. – 504 с., ил.

- [10] Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я. Сопротивление льда движению судна. – Л.: Судостроение, 1968. – 238 с.
- [11] Лобанов В.А. Пропульсивные качества комплекса винт-насадка во льдах // Интернет-журнал «Науковедение» Том 7, №1 (2015). – с. 1–18. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/36TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/36TVN115
- [12] Лобанов В.А. Рулевая сила комплекса винт-руль во льдах // Интернет-журнал «Науковедение» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/189TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/189TVN515
- [13] Лобанов В.А., Тихонов В.И. Влияние посадки судна на его ледовое сопротивление. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 56. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. – с. 187–197. – Режим доступа: http://www.vsuwt.ru/newsite/departments/science_innovation/vestnik-vgavt/spisok-opublikovannykh-statey.php
- [14] Тронин В.А. Повышение безопасности и эффективности ледового плавания судов на внутренних водных путях: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук: специальность 05.22.16 – Судовождение / Горький, 1990. – 414 с.
- [15] Эксплуатационно-технические испытания транспортных и ледокольных судов в ледовых условиях с разработкой предложений, обеспечивающих их круглогодичную эксплуатацию. Отчёт о научно-исследовательской работе по теме №XV-3.2/794147. Научные рук. – Тронин В.А., Богданов Б.В. – Горький.: ГИИВТ, 1981. – 262 с.
- [16] Hallquist J.O. LS-DYNA 950. Theoretical Manual. Livermore Software Technology Corporation. LSTC Report 1018. Rev. 2. USA, 2001. – 498 p.
- [17] Лобанов В.А. Моделирование судовых движителей в CAD и CAE-системах. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 54. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. – с. 134–142. – Режим доступа: http://www.vsuwt.ru/newsite/departments/science_innovation/vestnik-vgavt/spisok-opublikovannykh-statey.php
- [18] Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селивёрстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с. – Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=633245&pg=1>

THE IMPACT OF THE SHIP SHAPE AND DRAUGHT ON ICES DISTRIBUTION IN THE ZONE OF ITS PROPULSION-STEERING COMPLEX

Lobanov Vasily A., *Professor of department of Navigation and safety of navigation, associate professor, Dr. Sci. Tech., department of Navigation and safety of navigation
Volga State University of Water Transport*

Keywords: vessel's hull shape, ship draught, propulsion-steering complex, ice conditions, ice channel, CAE-system, finite element modeling.

The article deals with the study of the nature of interaction of a travelling vessel's hull with ice cakes and small ice cakes of different thickness and concentration in the ice channel with the use of CAE technologies. The focus is on studying the distribution of ices in the area of traditional propulsion-steering complex location at variation of dimensions, hull shapes and ship draught. Qualitative features of such interaction of the vessel with the water ice environment are noted. The statistical analysis of the obtained experimental data on the assessment of design, dynamic and ice factors impact on ices concentration in the area of their contact with a propulsion-steering complex was carried out. The quantitative forecast of such an impact in the form of the multifactorial regression equation is given.

References:

- [1] Akihisa Konno, Akihiro Nakane, Satoshi Kanamori. Validation of numerical estimation of brash ice channel resistance with model test. Proceedings of the 22 International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. June 9-13, 2013, Espoo, Finland. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2013/pdf/POAC13_143.pdf
- [2] Alexey Dobrodeev, Kirill Sazonov, Alexander Andryushin, Sergey Fedoseev, Sergey Gavrillov. Experimental Studies of Ice Loads on Pod Propulsors of Ice Going Support Ships. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan,

- Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_031_Dobrodeev.pdf
- [3] Cheol ho Ryu, Hyun Soo Kim, Kyung Duk Park, Chun Ju Lee, Jae-Moon Lew. Development of ice resistance estimation system using empirical formula. Proceedings of the 22nd International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 9-13, 2013, Espoo, Finland. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2013/pdf/POAC13_037.pdf
- [4] Hyoil Kim, Namkyun Im, Junji Sawamura. Experimental and Numerical Investigation of Ship-Ice Interactions in Pack Ice. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_111_Hyoil.pdf
- [5] Junji Sawamura, Ryouhei Kikuzawa, Takashi Tachibana, Masaya Kunigita. Numerical investigation of the ice Force Distribution around the Ship Hull in level Ice. Proceedings of the 21 International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. July 10-14, 2011, Montreal, Canada. – Access mode: <http://www.poac.com/PapersOnline.html>
- [6] Kyung-Duk Park, Donghyeong Ko. New Ice Resistance Evaluation Technique Considering Hull form and Icebreaking Pattern for Arctic Vessels. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_064_Kyung-Duk.pdf
- [7] Michael Lau. Friction Correction for Model Ship Resistance and Propulsion Tests in Ice. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_125_Michael.pdf
- [8] Seong-Yeob Jeong, Jeong-Gil Yum, Eun-Jee Cheon, Kyungsik Choi. Ice Load Characteristics on a Model Ship Hull Installed with Tactile Sensor Panels. Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea. – Access mode: http://www.poac.com/Papers/2017/pdf/POAC17_151_Eun-Jee.pdf
- [9] Ionov B.P., Gramuzov E.M. Ledovaya xodkost` sudov. 2 izdanie, ispravlennoe. – SPb.: Sudostroenie, 2014. – 504 s., il.
- [10] Kashtelyan V.I., Poznyak I.I., Ry`vlin A.Ya. Soprotivlenie l`da dvizheniyu sudna. – L.: Sudostroenie, 1968. – 238 s.
- [11] Lobanov V.A. Propul`sivny`e kachestva kompleksa vint-nasadka vo l`dax // Internet-zhurnal «Naukovedenie» Tom 7, №1 (2015). – s. 1-18. – Access mode: <http://naukovedenie.ru/PDF/36TVN115.pdf>. DOI: 10.15862/36TVN115
- [12] Lobanov V.A. Rulevaya sila kompleksa vint-rul` vo l`dax // Internet-zhurnal «Naukovedenie» Tom 7, №5 (2015). – Access mode: <http://naukovedenie.ru/PDF/189TVN515.pdf>. DOI: 10.15862/189TVN515
- [13] Lobanov V.A., Tixonov V.I. Vliyanie posadki sudna na ego ledovoe soprotivlenie. Vestnik Volzhskoj gosudarstvennoj akademii vodnogo transporta. Vy`pusk 56. – N. Novgorod: Izd-vo FGBOU VO «VGUVT», 2018. – s. 187–197. – Access mode: http://www.vsuwt.ru/newsite/departments/science_innovation/vestnik-vgavt/spisok-opublikovannykh-statey.php
- [14] Tronin V.A. Povy`shenie bezopasnosti i e`ffektivnosti ledovogo plavaniya sudov na vnutrennix vodny`x putyax: dissertaciya na soiskanie uchyonoj stepeni doktora texnicheskix nauk: special`nost` 05.22.16 – Sudovozhdenie / Gor`kij, 1990. – 414 s.
- [15] E`kspluatacionno-texnicheskie ispy`taniya transportny`x i ledokol`ny`x sudov v ledovy`x usloviyax s razrabotkoj predlozhenij, obespechivayushhix ix kruglogodovuyu e`kspluataciju. Otchyot o nauchno-issledovatel`skoj rabote po teme №XV-3.2/794147. Nauchny`e ruk. – Tronin V.A., Bogdanov B.V. – Gor`kij.: GIIVT, 1981. – 262 s.
- [16] Hallquist J.O. LS-DYNA 950. Theoretical Manual. Livermore Software Technology Corporation. LSTC Report 1018. Rev. 2. USA, 2001. – 498 p.
- [17] Lobanov V.A. Modelirovanie sudovy`x dvizhitelej v CAD i CAE-sistemax. Vestnik Volzhskoj gosudarstvennoj akademii vodnogo transporta. Vy`pusk 54. – N. Novgorod: Izd-vo FGBOU VO «VGUVT», 2018. – s. 134-142. – Access mode: http://www.vsuwt.ru/newsite/departments/science_innovation/vestnik-vgavt/spisok-opublikovannykh-statey.php
- [18] Spravochnik po teploobmenny`m apparatam / P.I. Bazhan, G.E. Kanevecz, V.M. Selivyorstov. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 368 s. – Access mode: <http://bookre.org/reader?file=633245&pg=1>

Статья поступила в редакцию 28.08.2019 г.

УДК 656.614.3:004.42

Тимошек Елена Сергеевна, старший преподаватель кафедры управления морским транспортом МГУ им. адм. Г.И. Невельского, e-mail: timoshek-es@mail.ru

Чуйкова Светлана Евгеньевна, студентка кафедры управления морским транспортом МГУ им. адм. Г.И. Невельского, e-mail: svetac1998@list.ru

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского (МГУ им. адм. Г.И. Невельского), 690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ НА ПРИМЕРЕ ГРУППЫ СУДОВ КОМПАНИИ ООО «МАРИНТЭК»

Ключевые слова: морской транспорт, управление работой флота, контейнерные перевозки, графический метод, выбор оптимального судна.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы, связанные с оптимизацией процесса доставки грузов снабжения в восточную часть Арктического побережья. Объектом исследования является транспортно-экспедиторская деятельность компании ООО «МаринТЭК». В качестве инструмента для принятия управленческих решений предложен графический способ определения зон эффективного использования судов. Практическое применение предложенного способа позволяет обеспечить оптимальное управление каботажными перевозками в транспортном комплексе, выполнить оценку эффективности использования судна на конкретном участке транспортной сети. В статье также обозначены проблемы связанные с производством погрузо-разгрузочных работ на рейде, и определена дополнительная задача, которую необходимо решить в ходе дальнейших исследований: оптимальное использование вспомогательных плавсредств для доставки грузов на необорудованный берег.

Введение

Основная задача планирования и организации производства во всех отраслях народного хозяйства, в том числе на морском транспорте, заключается в том, чтобы выявить и сравнить друг с другом все возможные плановые и организационные решения и выбрать из них для практической реализации наиболее подходящие. Оптимальное планирование особо важно для тех экономических процессов, на которые оказывают влияние большое количество всевозможных факторов. Эксплуатация морского флота тесно переплетается с работой портов, судоремонтных заводов, организации материально-технического снабжения, с различными видами транспорта; она зависит от размещения по экономическим районам страны экспортных ресурсов и от импортного потребления районирования грузовых потоков, конъюнктуры мирового фрахтового рынка и так далее. Всё это выдвигает перед работниками морского транспорта множество сложных экономических и эксплуатационных задач, наилучшее решение которых нельзя получить без применения математических методов [1, 2]. Эти методы разнообразны. Применение каждого из них определяется характером и целью конкретной задачи, различными специфическими условиями работы предприятий морского транспорта, что подтверждается научными обзорами, представленными в статьях [3–5]. Например, для анализа существующей системы терминальной обработки грузов и оценки работоспособности предлагаемых вариантов совершенствования системы управления потоковыми процессами на контейнерном терминале применяются методы

имитационного моделирования [6, 7], системного анализа [8] и сетевого планирования [9]. В последние годы в морской практике стали активно разрабатываться и применяться математические модели на основе теории катастроф и теории графов для диагностики состояния системы управления морскими динамическими объектами и предотвращения возникновения аварийных ситуаций [10–12]. По-прежнему остается актуальным и активно развивается и одно из старейших направлений исследования операций – оптимизация работы флота с использованием как классических методов линейного программирования [13–15], так и новых подходов к математическому моделированию с применением нечетких нейросетевых технологий [16].

Объектом исследования в данной научной работе являлась транспортно-экспедиционная деятельность компании ООО «МаринТЭК», связанная с обеспечением районов Севера и Восточной Арктики, не имеющих портовой инфраструктуры, грузами снабжения. Перевозки осуществляются арендованным флотом. Практически все суда фрахтуются у «Камчатского морского пароходства» – компании с собственным флотом и с выстроенной портовой инфраструктурой, которая обеспечивает высокую скорость грузовых операций в порту Владивосток.

Следует отметить, что компания ООО «МаринТЭК» владеет собственным контейнерным парком, которому в 2013 году был официально присвоен контейнерный код, о чём свидетельствует сертификат Bureau International des Containers (BIC). Основную долю грузоперевозок компании составляют генеральные грузы, отправляемые в 20-футовых контейнерах (ДФЭ). Коэффициент использования контейнеровместимости, для судов, осуществляющих перевозку грузов в контейнерах, показывает степень ее использования на момент отхода из начального порта отправления и определяется через отношение фактически перевезенных контейнеров к контейнеровместимости судна.

Анализ статистических данных по объемам перевезенного груза в каждом рейсе компании, выполненном в 2018 году, показал, что коэффициент загрузки судов варьируется от 0,4 до 0,5. Это, с одной стороны, подтверждает то, что большую часть перевезенного груза составляют контейнеры. С другой стороны, говорит о том, что в связи с наблюдаемым ростом объема контейнерных перевозок, характерным для данной компании, возникает потребность в разработке методики подбора такого суда для перевозок, чтобы коэффициент использования контейнеровместимости был близок к единице при минимуме эксплуатационных затрат.

Методы и Материалы

В качестве инструментария принятия управленческих решений, направленных на формирование оптимального списка арендуемого флота для компании ООО «МаринТЭК» было предложено использовать графический способ определения зоны эффективного использования судов по себестоимости перевозки из-за его простоты и наглядности. Критерием оптимальности в данном случае является следующее: «Судно закрепляется за данной Арктической зоной, если себестоимость его работы в зоне будет наименьшей по сравнению с другими судами, при условии выполнения заданного объема грузопотока».

На начальном этапе данного метода необходимо подобрать группу судов, эксплуатационные характеристики которых будут отличаться между собой – в частности, имеют различную контейнеровместимость. При этом главное требование, предъявляемое к сравнению любых вариантов, заключается в их сопоставимости. Это значит, что все выбранные для сравнения варианты новых типов судов, как по условиям, так и по нормативам, показателям и исходным данным должны быть сопоставимы. Если по какому-либо варианту нельзя обеспечить его сопоставимости с другими вариантами, то этот вариант должен быть исключен из сравнения.

В качестве критерия оптимальности используется себестоимость перевозки одного контейнера в рублях:

$$S_k = \frac{R_p}{\alpha_3 D_k}, \quad (1)$$

где R_p – расходы судна за рейс, руб.;
 α_3 – коэффициент использования загрузки судна,
 D_k – контейнеровместимость судна, ДФЭ.

В свою очередь расходы судна за рейс, пользуясь ставками судно-суточного содержания судна на ходу и на стоянке, можно представить как:

$$R_p = s_x \times t_x + s_{ст} \times t_{ст}, \quad (2)$$

где s_x – суточная норма эксплуатационных расходов на ходу, руб./сут.;
 t_x – ходовое время судна за рейс, дни;
 $s_{ст}$ – суточная норма эксплуатационных расходов на стоянке, руб./сут.;
 $t_{ст}$ – стояночное время судна за рейс, дни.

Преобразовав формулу (2), получим:

$$R_p = s_x \times \frac{L}{V} + s_{ст} \frac{n \times \alpha_3 \times D_k}{\bar{M}}, \quad (3)$$

где L – протяженность, мили;
 V – суточная скорость судна, мили;
 n – коэффициент, показывающий число погрузок и разгрузок судна;
 \bar{M} – средне-суточная норма грузовых работ в портах по данному грузу, конт./сут.

Подставим уравнение (3) в формулу (1) и получим:

$$S_k = \frac{s_x \times L}{\alpha_3 \times D_k \times V} + \frac{n \times s_{ст}}{\bar{M}}, \quad (4)$$

В формуле (4) выполняются преобразования: в правой части равенства выносят за скобки величину $\frac{1}{\bar{M}}$; делают замену переменных. Выражение $\frac{s_x}{D_k \times V}$ обозначается как s'_x , а выражение $\frac{\bar{M} \times L}{\alpha_3} = Z$. В результате преобразований получают:

$$S_k = \frac{1}{\bar{M}} (s'_x \times Z + n \times s_{ст}), \quad (5)$$

Уравнение (5) является уравнением прямой линии в системе осей координат, где на оси абсцисс откладываются значение Z как комплексной характеристики линии, а на оси ординат – величина S_k в масштабе 1: \bar{M} . Величина s'_x есть угловой коэффициент прямой, равный $tg \alpha$. На основе этого уравнения можно построить график позволяющий определять зоны эффективного использования судов. Для построения графика необходимо выполнить ряд последовательных шагов.

1. Устанавливается величина Z_{max} как частного от деления значения наибольшего параметра $\bar{M}L$ на $\alpha_{3,min}$ т. е.:

$$Z_{max} = \frac{\bar{M}_{max} \times L_{max}}{\alpha_3}, \quad (6)$$

где \overline{ML} – величина, характеризующая линию. Физический смысл ее состоит в том, что \overline{M} количества груза в контейнерах, погруженного в судно за сутки, уже подготовлено к перевозке на L миль. Размерность этого параметра – конт.-мили в сутки.

2. Определяется расчетная суточная норма эксплуатационных расходов на ходу и на стоянке для всех судов, подлежащих сравнению.

3. Определяется коэффициент, показывающий норму расходов на конт. -милю:

$$S'_x = \frac{S_x}{D_{\text{конт.}} \times V}, \quad (7)$$

где $D_{\text{конт.}} \times V$ – параметр, характеризующий производственную мощность судна, размерность которого – конт.- мили в сутки.

4. Определяется расчетная величина B в условиях Z_{max} :

$$B = S'_x \times Z_{\text{max}} + n \times S_{\text{ст}} \quad (8)$$

5. Вычерчивается сетка графика в масштабе 1: \overline{M} , при этом учитывается предельное значение:

$$x_{\text{max}} = Z_{\text{max}} \quad (9)$$

и

$$y_{\text{max}} = B \quad (10)$$

6. По оси ординат при $x = 0$ для каждого судна откладывается величина по левой рамке графика:

$$y = n \times S_{\text{ст}} \quad (11)$$

7. По вертикальной линии, параллельной оси ординат и отстоящей от начала координат на величину $x = Z_{\text{max}}$, откладывается для каждого судна величина:

$$y = B = S'_x \times Z_{\text{max}} + 8 S_{\text{ст}} \quad (12)$$

8. Точки соответственно каждому судну, засеченные на левой и правой стороне рамки, соединяются между собой прямыми линиями, которые и являются графической характеристикой себестоимости каждого из сравниваемых судов.

Результаты

С помощью описанного метода был выполнен анализ использования судов, арендуемых компанией ООО «МаринТЭК» за последние три года. Используются исходные данные: максимальная протяженность пути в рейсе $L = 3483$ миль; норма грузовых работ $\overline{M} = 150$ конт. в сутки; коэффициент использования загрузки судна $\alpha_3 = 0,5$; коэффициент числа погрузок и разгрузок судна $n = 8$. Состав флота: «СТ Конфиденс», «Семен Дежнев», «Николай Ахромеев», «Иван Капралов», «Владимир Мясников», «Олег Таволжанский». Порты захода: Беринговский, Анадырь, Энмелен, Провидения, Лаврентия, Нешкан, Певек. Следует отметить, что самым удаленным портом от начального порта Владивосток является порт Певек, поэтому максимальное значение $Z_{\text{max}} = 1044900$ конт. -мили соответствует данному порту. Расчетные данные для построения графика представлены в таблице 1, график представлен на рис. 1.

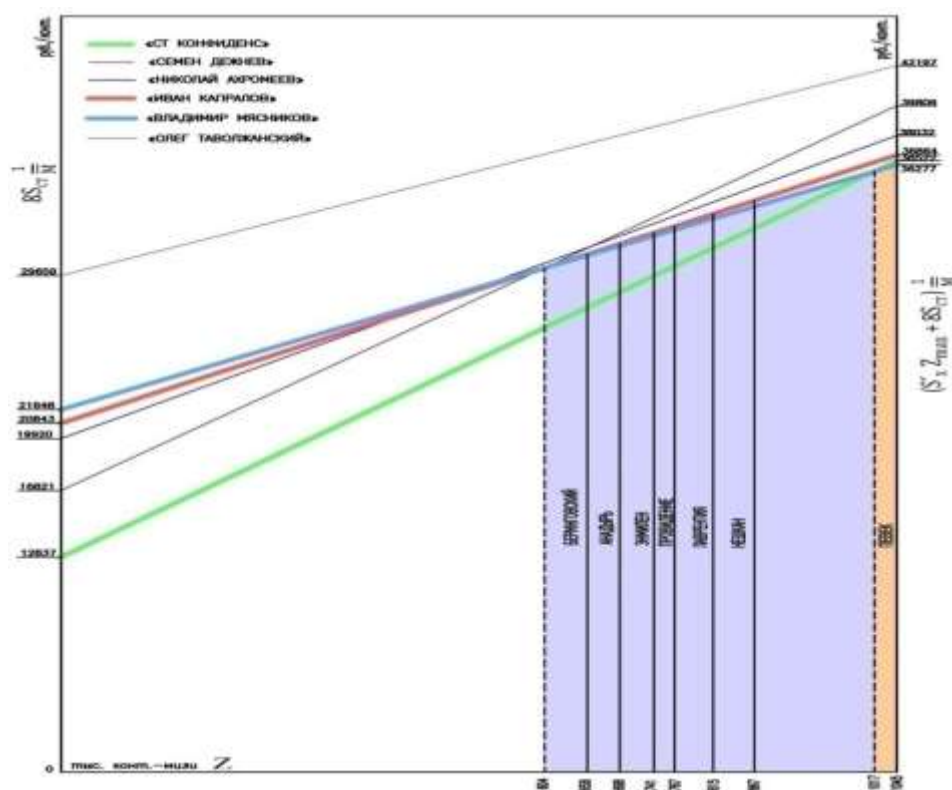


Рис. 1. Определение зоны эффективного использования судов

Из графика видно, что на заданной линии в заданном рейсе при $Z = 1044900$ конт.-миль самым выгодным судном является судно «Владимир Мясников» с контейнеровместимостью 678 ДФЭ и с себестоимостью перевозки одного контейнера 36277 руб. Преимущество этого судна сохраняется при уменьшении характеристики Z до 1017000 конт.-миль, т. е. до точки пересечения линии судна «Владимир Мясников» с линией судна «СТ Конфиденс» с контейнеровместимостью 276 ДФЭ и себестоимостью перевозки одного контейнера 36522 руб. Преимущество данного судна будет сохраняться на всем оставшемся промежутке, т. е. на промежутке от 1017000 конт.-миль и до конца.

По отчетным данным о рейсах компании за 2016–2018 года, известно, что перевозки никогда не осуществляются сразу во все порты захода, поэтому был рассмотрен вариант рейса с крайней точкой захода не в порт Певек, а в предпоследний по дальности порт Нешкан ($L = 2889$ миль). По результатам выполненных расчетов пришли к выводу, что если у компании не будет заявки на перевозку грузов в порт Певек, то преимущественным судном для рейса будет «СТ Конфиденс» с себестоимостью перевозки одного контейнера 30878 руб./конт.

Аналогично были построены графики для определения зон эффективного использования судов для каждого из портов судозахода и даны практические рекомендации по выбору оптимального судна для каждого участка маршрута. В частности, анализ показал, что использование судна «Николай Ахромеев» неэффективно на маршруте «Владивосток – Певек» и может быть в дальнейшем заменено на более экономичное – «Иван Капралов». В случае замены судов на данном участке стоимость перевозки одного контейнера снизится на 1168 руб.

Таблица 1

Исходные данные для построения графика по себестоимости судов

Суда	$8S_{ст}$	$s'_{x} Z_{max}$	$B = s'_{x} Z_{max} + 8S_{ст}$
«СТ Конфиденс»	1925600	3552660	5478260
«Семен Дежнев»	2523200	3448170	5971370
«Николай Ахромеев»	2988000	2716740	5704740
«Иван Капралов»	3126400	2403270	5529670
«Владимир Мясников»	3247200	2194290	5441490
«Олег Таволжанский»	4448800	1880820	6329620

Выводы

Предложенный в работе графический способ определения зон эффективного использования судов позволяет решить две задачи. Во-первых, выбрать выгодные для аренды суда у «Камчатского морского пароходства». Во-вторых, определить на каких участках маршрута эти арендованные суда необходимо использовать.

Обсуждение

Следует отметить, что ООО «МаринТЭК» позиционирует себя на рынке экспедиторских услуг как компания, предоставляющая услуги по доставки грузов в районы Севера и Восточной Арктики, не имеющие портовой инфраструктуры. При этом все арендованные за последние три года суда компании имеют осадку в грузу от 6 до 10 м и по этой причине вынуждены осуществлять рейдовую выгрузку. Таким образом, в ходе дальнейших исследований необходимо решить дополнительную задачу, связанную с оптимальным использованием вспомогательных плавсредств для доставки грузов на необорудованный берег.

Для решения этой задачи предлагаются следующие способы. Первый – использовать специализированные суда, эксплуатация которых предусматривает контакты с грунтом. В основе работы таких судов заложен принцип обсушения их корпуса на грунте для проведения грузовых операций. Мировая практика использования таких судов представлена в работе [17]. Следует отметить, что в России подобных судов практически нет, поэтому в данном варианте необходимо рассматривать вопросы, связанные с закупкой для компании подобных судов в Китае.

Второй способ – продолжать осуществлять рейдовую выгрузку грузов, при этом учитывать сложности, связанные с погодными условиями, прежде всего, изменчивостью ледовой обстановки, и необходимостью доставки груза на склады, значительно удаленные от побережья. В работе [18, с. 354] отмечено, что «предельное бездорожье Арктического побережья в восточной его части отличается высокой крутизной галечных пляжей, уклон которых составляет в среднем 8° ». Это обстоятельство не позволяет использовать транспорт на воздушной подушке для доставки груза на берег, так как для работы подобных судов уклон берега не должен превышать 2° . Кроме того, перевалка груза с морских плавсредств на сухопутные у среза воды в условиях приобья является трудоемкой и травмоопасной. Один из вариантов решения задачи доставки грузов в перечисленных выше условиях – это использование амфибийного перегрузочного транспорта. В частности, можно рассмотреть вопрос применения мореходных вездеходов на воздухоопорных гусеницах [19, 20]. Как утверждают разработчики данного вездехода [21], технические характеристики машины позволяют обеспечивать безопасную погрузку грузов у борта судна на расстоянии 2–5 км от берега при волнении 3–4 балла, в битом льду, на припайной или плавающей льдине; обеспечить мореходность в 4 балла, проходимость в битом льду, по заснеженному льду, безопасный сход с припайного льда в воду, надежный выход из воды на лед, устойчивое движение одним бортом

по воде, другим по льду, преодоление прибойной полосы и выход на берег при волнении 4 балла.

Список литературы:

- [1] Дмитриенко Д.В. Исследование операций – инструмент для повышения эффективности управления водным транспортом / Д.В. Дмитриенко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9. – № 5. – С. 1131–1141. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-1131–1141.
- [2] Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте: учебное пособие / Т.Е. Маликова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 373 с. – (Серия 11: Университеты России).
- [3] Вольнов И.Н. Катастрофа сборки и моделирование морских динамических объектов в экстремальных ситуациях / И.Н. Вольнов, А.С. Шпак // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 57. – С. 184–190.
- [4] Стабровская Т.А. Теория катастроф применительно к исследованию динамики судна в экстремальных ситуациях / Т.А. Стабровская, А.С. Шпак // Эксплуатация морского транспорта. – 2018. – № 1. – С. 80–85.
- [5] Янченко А.А. Научные подходы к исследованию процессов функционирования морских портов и портовых терминалов / А. А. Янченко // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 55. – С. 185–192.
- [6] Маликова Т.Е. Модель массового обслуживания импортного грузопотока с применением технологии предварительного информирования / Т.Е. Маликова, А.А. Янченко, И.Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т.9 – № 2. – С. 280–287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.
- [7] Янченко А.А. Разработка модели исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы / А.А. Янченко, Т.Е. Маликова, И.Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.
- [8] Маликова Т.Е. Системный анализ взаимодействия участников транспортного рынка при оформлении грузов в морском порту / Т.Е. Маликова, А.А. Янченко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 4. – С. 25–29.
- [9] Янченко А.А. Дискретно-событийная модель в задачах эксплуатации контейнерных терминалов / А.А. Янченко, Т. Е. Маликова // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 4 (85). – С. 25–31.
- [10] Маликова Т. Е. Исследование системы обеспечения технологической безопасности морских судов методами теории катастроф / Т.Е. Маликова, М.А. Москаленко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 3. – С. 94–97.
- [11] Аносов Н.М. Математическая модель исследования динамики системы: «судно – укрупненная грузовая единица – штабель пиломатериала» / Н.М. Аносов, Т. Е. Маликова // Морской вестник. – 2012. – № 3. – С. 97–98.
- [12] Маликова Т.Е. Использование теории графов при разработке математических моделей систем «смещающийся груз – спецустройство» / Т.Е. Маликова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2012. – № 2. – С. 39–42.
- [13] Вишневецкий Д.О. Расстановка универсального флота в линейном судоходстве / Д.О. Вишневецкий // Сборник научных трудов SWorld. – 2013. – Т. 2 – № 4. – С. 85–89.
- [14] Салько Д. Ю. Применение линейного моделирования при планировании работы флота судоходной компании / Д.Ю. Салько, К.М. Искандаров // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2012. – № 1(1). – С. 81–84.
- [15] Тимошек Е.С. Распределительная модель судов снабжения Арктического региона на участке транспортной сети / Е.С. Тимошек, Т.Е. Маликова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2019. – № 60(60). – С. 213–222.
- [16] Соболевская Е.Ю. Метод оценки эффективности Арктических морских перевозок с использованием нечетких нейросетевых технологий / Е. Ю. Соболевская, С. В. Глушков, Н. Г. Левченко // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 5-4 (42). – С. 176–182.
- [17] Азовцев А.И. Развитие судов для условий грузовых операций на необорудованных берегах Арктических и Субарктических морей / А.И. Азовцев, В.А. Кулеш, С.А. Огай, В. А. Петров // Полярная механика. – 2016. – № 3. – С. 450–460.

- [18] Азовцев А.И. Прогноз преимуществ транспортных средств на воздухоопорных гусеницах для комплексного освоения замерзающего шельфа и побережья Арктики и Дальнего Востока / А.И. Азовцев, С.А. Огай, О.В. Москаленко // Проблемы транспорта Дальнего Востока. – 2017. – № 2 (2). – С. 354–358.
- [19] Азовцев А.И. Транспортное обеспечение прибрежного промысла мореходными вездеходами / А.И. Азовцев, С.А. Огай // Транспортное дело России. – 2015. – № 6. – С. 182–184.
- [20] Азовцев А.И. Мореходные вездеходы на воздухоопорных гусеницах для повышения эффективности транспортной системы Арктики / А.И. Азовцев, С.А. Огай // Полярная механика. – 2016. – № 3. – С. 483–494.
- [21] Пат. 2458800 Российская Федерация, Амфибийное опорно-двигательное устройство / А.И. Азовцев, В.С. Семенов, И.С. Карпушин; заяв. и патентообл. Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского. – № 2010127717/11; заявл. 05.07.2010; опубл. 20.08.2012.

DETERMINATION OF THE ZONE OF EFFECTIVE USE OF TRANSPORT FLEET IN THE ARCTIC REGION ON THE EXAMPLE OF THE «MARINTEK» VESSEL GROUP

Timoshek Elena S., Senior Lecturer, Department of Maritime Transport Management, Maritime State University named after adm. G.I. Nevelskoy, e-mail: timoshek-es@mail.ru
Chuiikova Svetlana E., student, Department of Maritime Transport Management, Maritime State University named after adm. G.I. Nevelskoy, e-mail: svetac1998@list.ru
50a, Verkhneportovaya St, Vladivostok, 690059, Russian Federation

Keywords: maritime transport, fleet management, container shipment, graphical method, optimal vessel selection.

Annotation: The article considers the issues related to optimization of the supplies' delivery process to the eastern part of the Arctic coast. The research subject is the freight forwarding activity of the company LLC «MarinTEK». As a tool for making managerial decisions, a graphical method is proposed for determining the zones of effective use of vessels. Practical application of the proposed method allows to ensure optimal management of coastal transportation in a transport complex, to evaluate the efficiency of vessel's use on a specific section of the transport network. The article also outlines the problems of loading and unloading operations in the roadstead, and defines an additional task to be solved within further researches: the optimal use of auxiliary floating craft for delivering cargo to an unequipped shore.

References:

- [1] Dmitrienko D.V. Issledovanie operatsiy – instrument dlya povysheniya effektivnosti upravleniya vodnym transportom / D.V. Dmitrienko // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. – 2017. – Т. 9. – № 5. – С. 1131-1141. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-1131-1141.
- [2] Malikova T.E. Matematicheskie metody i modeli v upravlenii na morskoy transporte: uchebnoye posobie / T.E. Malikova. – 2-e izd., ispr. i dop. – М. : Izdatel'stvo Yurayt, 2018. – 373 s. – (Seriya 11: Universitety Rossii).
- [3] Vol'nov I.N. Katastrofa sborki i modelirovanie morskikh dinamicheskikh ob"ektov v ekstremal'nykh situatsiyakh / I.N. Vol'nov, A.S. Shpak // Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta. – 2018. – № 57. – С. 184-190.
- [4] Stabrovskaya T.A. Teoriya katastrof primenitel'no k issledovaniyu dinamiki sudna v ekstremal'nykh situatsiyakh / T.A. Stabrovskaya, A.S. Shpak // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2018. – № 1. – С. 80-85.
- [5] Yanchenko A.A. Nauchnye podkhody k issledovaniyu protsessov funktsionirovaniya morskikh portov i portovykh terminalov / A. A. Yanchenko // Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta. – 2018. – № 55. – С. 185-192.
- [6] Malikova T.E. Model' massovogo obsluzhivaniya importnogo gruzopotoka s primeneniem tekhnologii predvaritel'nogo informirovaniya / T. E. Malikova, A. A. Yanchenko, I. N. Vol'nov //

Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. – 2017. – Т.9 – № 2. – С. 280-287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.

[7] Yanchenko A.A. Razrabotka modeli issledovaniya vliyaniya zonirovaniya konteynernogo terminala na effektivnost' ego raboty / A.A. Yanchenko, T. E. Malikova, I. N. Vol'nov // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 704-713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.

[8] Malikova T.E. Sistemyy analiz vzaimodeystviya uchastnikov transportnogo rynka pri oformlenii Грузов в морском порту / T.E. Malikova, A.A. Yanchenko // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2015. – № 4. – С. 25–29.

[9] Yanchenko A.A. Diskretno-sobytiynaya model' v zadachakh ekspluatatsii konteynernykh terminalov / A.A. Yanchenko, T.E. Malikova // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2017. – № 4 (85). – С. 25–31.

[10] Malikova T.E. Issledovanie sistemy obespecheniya tekhnologicheskoy bezopasnosti morskikh sudov metodami teorii katastrof / T.E. Malikova, M.A. Moskalenko // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2014. – № 3. – С. 94–97.

[11] Anosov N.M. Matematicheskaya model' issledovaniya dinamiki sistemy: «sudno – ukрупnennaya Грузовая единица – сhtabel' pilomateriala» / N.M. Anosov, T.E. Malikova // Morskoy vestnik. – 2012. – № 3. – С. 97-98.

[12] Malikova T.E. Ispol'zovanie teorii grafov pri razrabotke matematicheskikh modeley sistem «smeshchayushchiysya Груз – spetsustroystvo» / T. E. Malikova // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. – 2012. – № 2. – С. 39–42.

[13] Vishnevskiy D.O. Rasstanovka universal'nogo flota v lineynom sudokhodstve / D.O. Vishnevskiy // Sbornik nauchnykh trudov SWorld. – 2013. – Т. 2 – № 4. – С. 85-89.

[14] Sal'ko D.Yu. Primenenie lineynogo modelirovaniya pri planirovanii raboty flota sudokhodnoy kompanii / D.Yu. Sal'ko, K. M. Iskandarov // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. – 2012. – № 1(1). – С. 81-84.

[15] Timoshek E.S. Raspredelitel'naya model' sudov snabzheniya Arkticheskogo regiona na uchastke transportnoy seti / E.S. Timoshek, T.E. Malikova // Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta. – 2019. – № 60(60). – С. 213–222.

[16] Sobolevskaya E.Yu. Metod otsenki effektivnosti Arkticheskikh morskikh perevozok s ispol'zovaniem nechetkikh neyrosetevykh tekhnologiy / E. Yu. Sobolevskaya, S. V. Glushkov, N. G. Levchenko // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2018. – № 5-4 (42). – С. 176–182.

[17] Azovtsev A. I. Razvitie sudov dlya usloviy Грузовыkh operatsiy na neoborudovannykh beregakh Arkticheskikh i Subarkticheskikh morey / A.I. Azovtsev, V.A. Kulesh, S.A. Ogay, V.A. Petrov // Polyarnaya mekhanika. – 2016. – № 3. – С. 450–460.

[18] Azovtsev A. I. Prognoz preimushchestv transportnykh sredstv na vozdukhooportnykh gusenitsakh dlya kompleksnogo osvoiniya zamerzayushchego shel'fa i poberezh'ya Arktiki i Dal'nego Vostoka / A.I. Azovtsev, S. A. Ogay, O.V. Moskalenko // Problemy transporta Dal'nego Vostoka. – 2017. – № 2 (2). – С. 354–358.

[19] Azovtsev A.I. Transportnoe obespechenie pribrezhnogo promysla morekhodnymi vezdekhodami / A. I. Azovtsev, S.A. Ogay // Transportnoe delo Rossii. – 2015. – № 6. – С. 182–184.

[20] Azovtsev A.I. Morekhodnye vezdekhody na vozdukhooportnykh gusenitsakh dlya povysheniya effektivnosti transportnoy sistemy Arktiki / A.I. Azovtsev, S.A. Ogay // Polyarnaya mekhanika. – 2016. – № 3. – С. 483–494.

[21] Pat. 2458800 Rossiyskaya Federatsiya, Amfibiynoe oporno-dvizhitel'noe ustroystvo / A.I. Azovtsev, V.S. Semenov, I. S. Karpushin; zayav. i patentoobl. Morskoy gosudarstvennyy universitet imeni admirala G.I. Nevel'skogo. – № 2010127717/11; zayavl. 05.07.2010; opubl. 20.08.2012.

Статья поступила в редакцию 07.10.2019 г.

Раздел VI

**Эксплуатация судового
энергетического оборудования**



Section VI

Operation of ship power equipment



УДК 669.725.018.298:621.43-242

Рубан Ирина Николаевна, аспирант кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» ФГБОУ ВО «АГТУ»,
e-mail: irinaguban1979@mail.ru

Булгаков Владимир Павлович, профессор кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» ФГБОУ ВО «АГТУ»,
e-mail: tbulgak@mail.ru

Уксусов Сергей Семенович, старший преподаватель кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Астраханский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «АГТУ»)
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

СТАБИЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И РАЗМЕРОВ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ИЗ СПЛАВА ALSI12CU2MGNI (AL25)

Ключевые слова: химическая неоднородность, отливка, ликвация, сплав, тепловой зазор, коэффициент термического расширения, теплопроводность, диаграмма равновесия, твердый раствор, закалка, отпуск, отжиг, механические свойства, стабилизация размеров и свойств.

Аннотация. Цель работы: технология стабилизации механических свойств и размеров поршня из сплава AL25 за счет снижения влияния химической неоднородности в отливке и получение равновесной структуры металла в температурном диапазоне работы поршня. При кристаллизации эвтектического сплава AL25 возникает ликвация в заготовке по направлению от головки к юбке поршня, а в диаметральной плоскости – от наружной поверхности к оси поршня. Ликвация изменяет физические и механические свойства отливки, такие как: коэффициенты объемного и линейного расширения, плотность, что в конечном итоге приведет к изменению теплового зазора между втулкой цилиндра и поршнем, обусловленным режимом работой двигателя внутреннего сгорания. Снижение влияния химической неоднородности на однородность свойств как заготовки, так и самого поршня возможно за счет уменьшения перегрева сплава выше линии ликвидус и выдержки жидкого металла на стенде перед разливкой, что позволит получить равновесную структуру сплава. Последующая термическая обработка, рекомендованная технологическим процессом изготовления поршней среднеоборотных двигателей внутреннего сгорания, позволяет стабилизировать линейные размеры и свойства поршня, но не устраняет эффект от химической неоднородности. Закалка от температуры близкой к температуре плавления снизила химическую неоднородность и сделала насыщенным легирующими элементами твердый раствор алюминия, стойким к циклическим перегревам. Отпуск завершил процесс старения – выделение второй фазы, стабилизировал твердость и пластичность металла. Отжиг окончательно ликвидировал следы старения, коагулировал и увеличил зерно сплава. В результате стабилизированы механические свойства – повышена прочность и пластичность при температуре до 300 °С. Стабилизирован коэффициент линейного расширения, ликвидировано необратимое изменение размеров поршня в диапазоне рабочих температур двигателя.

Поршни среднеоборотных дизелей производят из алюминиевых сплавов и чугунов. Чугунные поршни двигателей внутреннего сгорания (ДВС) обладают рядом недостатков, к которым можно отнести их большую массу, к достоинствам, то, что металл поршней однороден металлу поршневых колец, а также структура содержит включения графита. Достоинство поршней из сплавов алюминия проявляется в их малом весе по

сравнению с чугунами, плотность составляет 2700 кг/м^3 ; высокая теплопроводность, что снижает рабочую температуру поршня. К недостаткам сплавов на основе алюминия относят сравнительно невысокие механические свойства, которые изменяются в худшую сторону при нагреве, низкая износостойкость; высокий коэффициент линейного расширения вынуждает увеличивать тепловой зазор между поршнем и втулкой. Это вызывает вибрацию, способствующую ускоренному кавитационному износу втулок. После сборки двигателя поршни увеличиваются в размерах спустя несколько часов работы. Возможны задиры деталей цилиндропоршневой группы [1, 2].

Сложнолегированный поршневой алюминиевый сплав АЛ25 относится к эвтектическим силуминам. Сплав легирован компонентами: 11...13% кремния, 1,5...3% меди, 0,8...1,3% магния, 0,8...1,3% никеля, 0,3...0,6% марганца, 0,05...0,2% титана, до 0,8% железа. Эти компоненты сплава имеют высокую плотность и температуру плавления. При температуре около $700 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше сплав находится в жидком виде. Температура $700 \text{ }^\circ\text{C}$ является температурой литья сплава АЛ25. При кристаллизации и последующем охлаждении алюминиевого сплава в крупной отливке возникает ликвация (химическая неоднородность), которая вызывает анизотропию физических и механических свойств. Структура литого металла формируется по системе «алюминий-кремний», состоит из насыщенного переходными металлами твердого раствора алюминия, зерна которого окружены ликвационной фазой из этих элементов, и кремния (рис. 1) [3, 4].

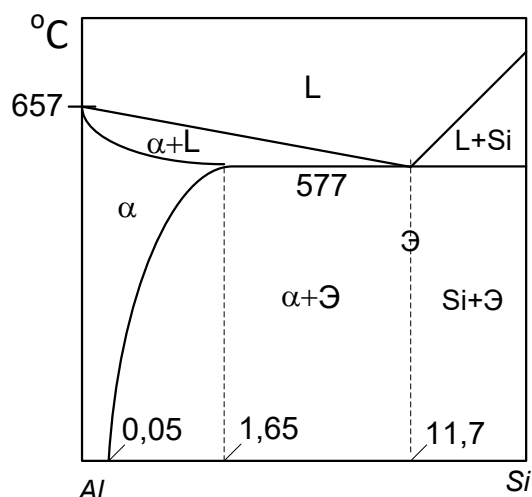


Рис. 1. Диаграмма равновесного состояния системы «алюминий-кремний»

При заливке металла в кокиль на его холодных стенках сперва кристаллизуются элементы с высокой температурой плавления – медь, марганец, железо, никель, титан. Кристаллы тяжелых металлов оседают, и их концентрация увеличивается в головке поршня. Отрицательная ликвация тяжелых металлов и положительная ликвация магния в юбке понизила плотность поршня до 2690 кг/м^3 и твердость до 80 НВ. Плотность головки увеличена до 2780 кг/м^3 , твердость составляет 95 НВ. Таким образом, анизотропия металла поршня сместила его центр тяжести, и проявилась в асимметрии механических свойств от боковых поверхностей к оси поршня в горизонтальном и от головки поршня к юбке в вертикальном направлениях. После затвердевания отливки структура металла далека от равновесной, избыточная фаза в результате ликвации не обеспечила необходимые стабильные свойства: прочность, пластичность и размеры поршня.

Эвтектический сплав АЛ25 при охлаждении в твердом состоянии имеет ограниченную растворимость легирующих элементов. Получить необходимые механические

свойства возможно только изменением структуры отливки: насыщением твердого раствора до предела растворимости, коагуляцией второй фазы и укрупнением зерна. Термическая обработка такого сплава должна предусмотреть получение пересыщенного твердого раствора и сохранение структуры при всех температурных режимах работы поршня. Для обеспечения стабильности размеров поршней, а также их механических свойств, требуется определенная термическая обработка, причем в различных сочетаниях: отжиг, закалка и отпуск [5].

Упрочнение силуминов при термической обработке производят закалкой от температуры 535...540 °С и старением при температуре 150...180 °С. Но поршень работает при температуре выше температуры старения и поэтому упрочняющая термообработка бесполезна и даже вредна, так как при работе двигателя происходит достаривание такого сплава и изменение размеров поршня [6]. Цель стабилизационной технологии состоит в том, что литому металлу поршня необходимо обеспечить постоянную структуру в интервале рабочих температур заданного ресурса двигателя. В связи с этим легированный сплав необходимо закалить так, чтобы твердый раствор сохранил свойства при температуре до 300 °С. Температура закалки должна быть на 20 °С ниже эвтектической т.е. 550±5 °С. Охлаждение производится в горячей воде 90...100 °С во избежание изменения размера поршня после механической обработки. Механические свойства отдельно отлитых образцов из сплава АЛ25 после закалки и отпуска приведены в табл.1.

Таблица 1

**Влияние термической обработки на механические свойства
отдельно отлитых образцов из сплава АЛ25**

№ п/п	Вид термообработки	Твердость, НВ	Прочность, МПа	Пластичность, %	Размеры зерна, балл
1	В состоянии литья без ТО	82	160	0,8...1,2	4...5
2	Закалка 550°С в воде при 90...100°С, отпуск 150°С	110	230	1,8...2,1	3...4
3	Закалка 550°С в воде при 90...100°С, отпуск 200°С	105	210	2,3...2,7	3...4
4	Закалка 550°С в воде при 90...100°С, отпуск 250°С	88	190	6...8	1...2

Для получения достаточной прочности и высокой стабильности структуры и размеров закаленный металл подвергают отпуску при температуре, превышающей температуру старения сплава, близкую к рабочей температуре поршня. Если старение произведено не до конца или в металле наблюдается значительная ликвация, то поршни увеличиваются в размерах после нескольких часов работы двигателя (происходит достаривание металла). Чтобы устранить это явление поршень подвергают отпуску в течение двух-трех часов при температуре 240...250 °С [7].

На рис. 2 приведены изменения твердости и пластичности закаленного сплава АЛ25 в зависимости от температуры отпуска. Наибольшее упрочнение (твердость 110...95НВ) закаленного сплава достигается при температуре старения 150...200 °С.

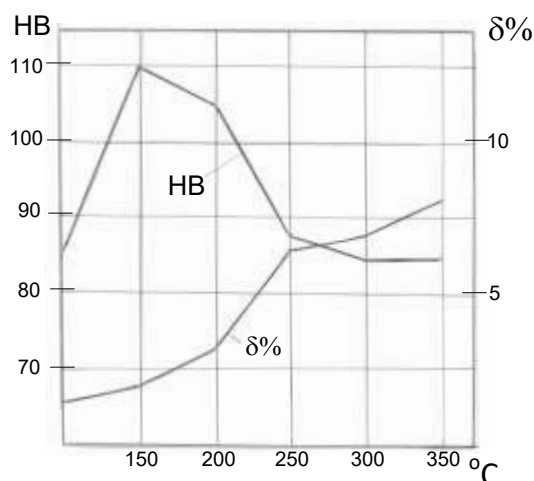


Рис. 2. Твердость и пластичность закаленного сплава АЛ 25 в зависимости от температуры отпуска

Перестаривание наступает при температуре 250 °С (твердость 85НВ). Одновременно происходит повышение пластичности от 0,8 до 7%, что связано с окончанием процесса старения – образованием новой фазы и коагуляцией зерен твердого раствора. Температурная зависимость твердости и пластичности стабилизированного сплава АЛ25 приведена в табл. 2 [8].

Таблица 2

Зависимость твердости и пластичности стабилизированного сплава АЛ25 от температуры

Температура, °С	20	100	150	200	250	300	350	400
Твердость, НВ	110	95	80	65	50	45	25	15
Пластичность, %	8	9	10	11	12	13,8	14,2	15,6

После завершения распада твердого раствора, когда концентрация компонентов сплава АЛ25 будет равновесной, наступает стабилизация линейных размеров поршня [9, 10], что обеспечивается постоянством коэффициента линейного расширения металла при рабочих температурах деталей цилиндропоршневой группы дизеля [11]. В сплаве на коэффициент оказывают влияние все компоненты, но в большей степени кремний. У кремния коэффициент линейного расширения в 6 раз меньше, чем у металла основы – алюминия [12, 13].

Одной из задач исследования было изучение влияния нагрева материала поршня и непосредственно поршня на изменение его линейных размеров. Это влияние изучалось на образцах цилиндрической формы и на натурном поршне, причем отливки поршня и образцов перед исследованием подвергались предварительной черновой обработке (обдирке), а также последующей термической обработке.

Образцы и поршень были получены литьем, причем при получении отливки поршня использовалось литье в кокиль, при получении образцов правильной формы – литье в песчаные формы.

После обдирки образцы и поршень помещали в нагретую до определенной температуры печь с контролем температуры контактным способом, после чего их извлекали из печи и определяли диаметр микрометрической скобой в трех поясах. Измерения проводили в нагретом состоянии, после чего были рассчитаны коэффициенты линейного расширения. Попутно был определен прирост диаметров при 350°С в различных зонах

поршня. Измерения диаметров поршня в разных поясах при разных температурах с шагом 50 °С позволил построить зависимости диаметра от температуры, которые также представлены в табл. 3 [2].

Таблица 3

Результаты измерений характеристик алюминиевого поршня
в интервале температур от 20 °С до 450 °С

Пояс в районе	Прирост диаметра при температуре около 350 °С	Коэффициент линейного расширения, мм/°С	Зависимость диаметра поршня от температуры
Юбки поршня	2,7...2,8 мм	$(22,5...23,5) \cdot 10^{-6}$	$D = 0,0079 \cdot T + 342$
Тронка поршня	2,4...2,5 мм	$(21,5...22,5) \cdot 10^{-6}$	$D = 0,0076 \cdot T + 340$
Головки поршня	1,5...1,6 мм	$(15,2...15,4) \cdot 10^{-6}$	$D = 0,0074 \cdot T + 339$

Для получения качественных отливок с мелкозернистой структурой и минимально возможной ликвацией в объеме поршня необходимо выполнить два условия: не перегревать сплав более чем на 10 °С над линией ликвидус и не передерживать металл на стенде перед разливкой более 10 минут. Тогда твердые микрочастицы кремния обеспечивают мелкокристаллическую структуру, а зональная ликвация тяжелых и более тугоплавких легирующих элементов не успеет произойти [14, 15].

Термическая обработка полностью не устраняет эффект от ликвации, но позволяет улучшить механические свойства металла и стабилизировать размеры поршня при циклических перегревах. Стабилизирующая термическая обработка включает:

1. Закалку – ступенчатый нагрев литой заготовки до температуры ниже ликвидус на 20 °С. Выдержка 10 часов и охлаждение в горячей воде (90...100 °С). Закалка выравнивает ликвацию по объему поршня и образует насыщенный твердый раствор алюминия, близкий к равновесному и снижает количество дефектов на границе зерен.

2. Отпуск производится при температуре выше конца старения, когда стабилизируется твердость и пластичность металла.

3. Пятикратный отжиг при температуре 250°С для гарантированной стабилизации размеров поршня.

Представленные мероприятия по снижению химической неоднородности и технология термической обработки поршня из сплава АЛ25 позволили стабилизировать структуру металла – механические свойства и устранить необратимую деформацию поршня на всех режимах работы двигателя.

Вредное влияние химической неоднородности в пределах поршня возможно улучшением равномерности микроструктуры за счет снижения перегрева над линией ликвидус и уменьшением выдержки металла на стенде перед разливкой. Термическая обработка полностью не устраняет последствия от ликвации, но стабилизирует механические свойства и размеры поршня. Закалка от температуры близкой к температуре плавления снизила химическую неоднородность и сделала насыщенным легирующими элементами твердый раствор алюминия, стойким к циклическим перегревам. Отпуск завершил процесс старения – выделение второй фазы, стабилизировал твердость и пластичность металла. Отжиг окончательно ликвидировал следы старения, коагулировал и увеличил зерно сплава. В результате стабилизированы механические свойства – повышена прочность и пластичность при температуре до 300 °С. Стабилизирован коэффициент линейного расширения, ликвидировано необратимое изменение размеров поршня в диапазоне рабочих температур двигателя.

Список литературы:

[1] Вознесенский И.В. Судовые дизели и их эксплуатация. Учеб. Для мореход. Училищ. 2-е изд./ И.М. Вознесенский, Е.Г.Михеев. -М.:Транспорт, 1990.-360с.

- [2] Булгаков В.П. Влияние химической неоднородности отливки поршня из сплава АК12М2МгН (AL25) на задиорообразование в цилиндропоршневой группе./ В.П. Булгаков, Ю.В. Чеботарев, И.Н. Рубан// Вестник ГУМРФ им.адмирала С.О. Макарова. – 2016, вып 5(39),-с. 151–157.
- [3] Ершов Г.С. Высокопрочные алюминиевые сплавы на основе вторичного сырья / Г.С Ершов., Ю.Б. Бочков. -М.: Металлургия, 1979. – 180 с.
- [4] Бернштейн М.Л. Материаловедение и термическая обработка стали / М.Л. Бернштейн, А.Г. Рахштад, -М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
- [5] Зильберг Ю.Я. Алюминиевые сплавы в тракторостроении /Ю.Я. Зильберг, К.М.Хрущева. Г.Б. Генршмен . -М.:Машиностроение, 1972. –313 с.
- [6] Возницкий И.В., Михеев Е.Г. Судовые дизели и их эксплуатация. Учеб. для мореходных училищ. 2-е изд. перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1990. – 361 с.
- [7] Койдан И.М. Современные технологии изготовления заготовок поршней для форсированного дизельного двигателя из поршневых алюминиевых сплавов методами тиксоформования/ И.М. Койдан, А.С. Журавлев// Литье и металлургия.-2013-№3s(72).-с.42–45.
- [8] Орлов Н.Д. Справочник литейщика. Фасонное литье из сплавов цветных металлов / Н.Д. Орлов, В.М. Чурсин.-М.: Машиностроение, 1971.-450 с.
- [9] Евстафеев В.В. Совершенствование технологии изготовления поршней двигателей внутреннего сгорания/ В.В. Евстафеев, А.А. Александров, А.А. Исков// Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы Международной научно практической конференции. – Омск. СибАДИ, 2014. - с. 240–242.
- [10] Насыров Р.А. Повышение надежности работы поршней тепловозных дизелей/ Р.А. Насыров.-М.: Транспорт, 1977. - 256 с.
- [11] Карпов Л.Н. Неоднородность и качество судовых дизелей. – Л.: Судостроение, 1975. – 232 с.
- [12] Кузьмин Н.П. Ликвация и повышение качества проб литейных алюминиевых сплавов / М.П. Кузьмин, М.Ю. Кузьмина//Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013 - №12 (83). - с. 210–213.
- [13] Кондратьев Н.Н. Отказы и дефекты судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1985. – 152 с.
- [14] Погодаев Л.И., Шеченко П.А. Гидроабразивный и кавитационный износ судового оборудования. – Л.: Судостроение. 1984. – 263 с.
- [15] Строганов Г.Б.Сплавы алюминия с кремнием/Г.Б. Строганов, В.А. Роттенберг, Г.Б. Гершман.// Сплавы алюминия к кремнием, М.; Металлургия, 1979. – 185 с.
- UDC 669.725.018.298:621.43-242

STABILIZATION OF MECHANICAL PROPERTIES AND DIMENSIONS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTON MADE OF ALSI12CU2MGNI (AL25) ALLOY

Ruban Irina N., the postgraduate student of Department of Shipbuilding and Power Complexes of Marine Engineering Astrakhan State Technical University,

Bulgakov Vladimir P., professor of Department of Shipbuilding and Power Complexes of Marine Engineering Astrakhan State Technical University,

Uksusov Sergey S., senior lecturer of Department of Shipbuilding and Power Complexes of Marine Engineering Astrakhan State Technical University

16, Tatischev st, Astrakhan, 414056

Keywords: chemical heterogeneity, casting, segregation, alloy, heat gap, thermal expansion coefficient, heat conductivity, equilibrium diagram, solid solution, quenching, tempering, annealing, mechanical properties, dimensions and properties stabilization.

Annotation. The objective of the paper: the technology of stabilization of mechanical properties and dimensions of the piston made of AL25 alloy by reducing the influence of chemical heterogeneity in the casting and obtaining an equilibrium metal structure in the piston operating temperature range. When the complex alloyed alloy AL25 solidifies, in the casting the chemical heterogeneity occurs in the direction of the piston axis from the top to the bottom, in

the radial direction from the outer surface to the center, when moving around a circle in a horizontal section. Segregation results in the change of metal's mechanical and physical properties: density, thermal expansion coefficient, heat conductivity; causes different amounts of the heat gap between the piston and the sleeve from the head to the skirt. The segregation harmful effect on properties uniformity within the piston is possible by increasing the structure uniformity through reducing overheating over the liquidus line and reducing the metal exposure on the stand before casting. Heat treatment does not completely eliminate the segregation effect, but stabilizes piston's mechanical properties and dimensions. Hardening at the temperature close to the melting temperature has reduced the chemical heterogeneity and made solid solution of aluminum alloys saturated with alloying elements resistant to cyclic overheating. Tempering has completed the aging process - the allocation of the second phase, has stabilized metal's hardness and ductility. Annealing has eliminated the signs of aging completely, has coagulated and increased the grain size of the alloy. As a result, the mechanical properties have been stabilized; strength and ductility have been increased at temperatures up to 300°C. The linear expansion coefficient has been stabilized; the irreversible change of the piston dimensions in the range of the engine operating temperatures has been eliminated.

References:

- [1] Voznesenskij I.V. Sudovye dizeli i ih ekspluatatsiya. Ucheb. Dlya morekhod. Uchilishch. 2-e izd./ I.M. Voznesenskij, E.G.Miheev. -M.:Transport, 1990.-360s.
- [2] Bulgakov V.P. Vliyanie himicheskoy neodnorodnosti otlivki porshnya iz splava AK12M2MgN (AL25) na zadiroobrazovanie v cilindroporshnevoj gruppe./ V.P. Bulgakov, YU.V. CHEbotarev, I.N. Ruban// Vestnik GUMRF im.admirala S.O. Makarova.-2016,vyp 5(39),-s.151-157.
- [3] Ershov G.S. Vysokoprochnye alyuminievye splavy na osnove vtorichnogo syr'ya/ G.S Ershov., YU.B. Bochkov. -M.: Metallurgiya, 1979.-180s.
- [4] Bernshtejn M.L.Materialovedenie i termicheskaya obrabotka stali. / M.L. Bernshtejn, A.G.Rahshtad , -M.: Metallurgiya, 1983.-352s.
- [5] Zil'berg YU.YA. Alyuminievye splavy v traktorostroenii /YU.YA. Zil'berg, K.M.Hrushcheva. G.B. Genrshmen . -M.:Mashinostroenie, 1972.-313 s.
- [6] Voznickij I.V., Miheev E.G. Sudovye dizeli i ih ekspluatatsiya. Ucheb. dlya morekhodnyh uchilishch. 2-e izd. pererab. I dop. – M.: Transport, 1990. – 361 s.
- [7] Kojdan I.M. Sovremennye tekhnologii izgotovleniya zagotovok porshnej dlya forsirovannogo dizel'nogo dvigatelya iz porshnevyyh alyuminievykh splavov metodami tiksoformovaniya/ I.M. Kojdan, A.S. ZHuravlev// Lit'e i metallurgiya.-2013-№3s(72).-s.42-45.
- [8] Orlov N.D. Spravochnik liteyshchika. Fasonnoe lit'e iz splavov cvetnykh metallov/N.D. Orlov, V.M. CHursin.-M.: Mashinostroenie, 1971.-450 s.
- [9] Evstafeev V.V. Sovershenstvovanie tekhnologii izgotovleniya porshnej dvigatelej vnutrennego sgoreniya/ V.V. Evstafeev, A.A. Aleksandrov, A.A. Iskov// Razvitie dorozhno-transportnog i stroitel'nogo kompleksov i osvoenie strategicheskii vazhnykh territorij Sibiri i Arktiki: vklad nauki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno prakticheskoy konferencii.- Omsk.SibADI, 2014.-s.240-242.
- [10] Nasyrov R.A. Povyshenie nadezhnosti raboty porshnej teplovoznyyh dizelej/ R.A. Nasyrov.-M.: Transporrt, 1977.-256s.
- [11] Karpov L.N. Neodnorodnost' i kachestvo sudovykh dizelej. – L.: Sudostroenie, 1975. – 232 s.
- [12] Kuz'min N.P. Likvatsiya i povyshenie kachestva prob litejnykh alyuminievykh splavov / M.P. Kuz'min, M.YU. Kuz'mina//Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta.-2013-№12 (83).-s.210-213.
- [13] Kondrat'ev N.N. Otkazy i defekty sudovykh dizelej. – M.: Transport, 1985. – 152 s.
- [14] Pogodaev L.I., SHechenko P.A. Gidroabrazivnyj i kavitacionnyj iznos sudovogo oborudovaniya. – L.: Sudostroenie. 1984. – 263 s.
- [15] Stroganov G.B.Splavy alyuminiya s kremniem/G.B. Stroganov, V.A. Rottenberg, G.B. Gershman.// Splavy alyuminiya k kremniem, M.; Metallurgiya, 1979.- 185 s.

Статья поступила в редакцию 25.10.2019 г.

ВЕСТНИК
Волжской государственной академии
водного транспорта

Выпуск 61
2019

Формат бумаги 70x180 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 12,69. Уч.-изд. л. 17,76.
Заказ 227. Тираж 500.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса ВГУВТ
603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Свободная цена

Подписной индекс в каталоге
Агентства "Книга-Сервис"
70191

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство ПИ № ФС77-52021 от 29 ноября 2012

Адрес редакции и издателя:
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5

*Управление научных исследований
и инновационной деятельности
© ВГУВТ, 30.12.2019*

Вестник ВГАВТ № 61. 2019

